**Historic, archived document**

Do not assume content reflects current scientific knowledge, policies, or practices.

1.9622

# The Caribbean Forester

LIBRARY
MAR 12 1948
U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOL. 9, NO. 1

JANUARY 1948

CONTENTS

The forest industries of Trinidad and Tobago . . . . . 1
John Cater, Trinidad and Tobago.

Las industrias forestales de Trinidad y Tábago . . . . . 7
(Traducción del artículo anterior)

A Spanish-English Glossary of Forestry Terminology, IV
(Nomenclador forestal) . . . . . 15
Carmen García-Piquera, Puerto Rico

Brazilian substitutes for gutta-percha . . . . . 45
Eugene F. Horn, Brazil

Substitutos brasileños de la gutapercha . . . . . 48
(Traducción del artículo anterior)

The resistance to dry-wood termite attack of some Central
American woods . . . . . 53
George N. Wolcott, Puerto Rico

La resistencia de algunas maderas centro-americanas al
ataque del termes de la madera seca . . . . . 54
(Traducción del artículo anterior)

Summary of Forest Research in Puerto Rico . . . . . 57
Tropical Forest Experiment Station, Puerto Rico

Resumen de la investigación forestal en Puerto Rico . . . . . 70
(Traducción del artículo anterior)

# F E  D E  E R R A T A

En la página 17, línea 7 en vez de copas debe decir capas.

On page 20, line 2 mejor should read major.

En la página 21, línea 27 en vez de correspondiente el debe decir correspondiente al.

On page 22, line 21 alluvial should read illuvial.

En la página 23, línea 29 debe decir iluviales en vez de eluviales.

On page 30, line 31 Lasperyesia should read Laspeyresia.

On page 32, line 22 parenthesis should close after strands.

On page 53, line 30 Carinata should read Cariniana.

En la página 55, línea 14 debe decir Cariniana en vez de Carinata.

On page 59, line 28 where it says dominants it should be read codominants.

En la página 72, línea 36 donde dice dominantes debiera decir codominantes.

749272

# THE FOREST INDUSTRIES OF TRINIDAD AND TOBAGO

John Cater
Acting Conservator of Forests
Trinidad and Tobago

## Introduction

There is little doubt that at the time of its discovery by Columbus in 1498 Trinidad was entirely covered by forest with the exception of a few small savannahs which are relics of the time when Trinidad was joined to the mainland, and the larger grass swamp in Nariva on the east coast. The aboriginal inhabitants, the Caribs, were not an agricultural people but hunters and fishermen, and they probably had little effect on the forests except perhaps by fire in some areas. Destruction of the forests began with the colonisation of the island by the Spaniards when land was cleared for cultivation, but clearing proceeded slowly until about the middle of the 19th Century. From then onwards it became more rapid as the population increased and today half the original vegetation has been entirely destroyed to make room for agriculture. The remaining half of the Colony, some 600,000 acres, is still under forest, almost all of which is owned by the State.

The forests of Trinidad are extremely varied in type and composition. From the economic viewpoint the most important are the Evergreen Seasonal forests and the Semi-Evergreen Seasonal forests which cover the lowlands in areas of rainfall varying from 60 to 90 inches per annum. The Lower Montane Rain forests also contain good stands of timber but they are situated in the relatively inaccessible mountains of the Northern Range. The topography of the lowland forests varies from flat or gently undulating to hilly, and extraction of logs presents no serious technical difficulties. In Tobago the situation of the forests on the steep mountain slopes has so far prevented much exploitation.

## Types of Lumber

Although there are between 300 and 400 tree species in Trinidad only about 60 species are commonly used to produce sawn lumber. Many species are very hard without being durable in exposed situations, while other species are soft and easily damaged by insects and fungi. The species most in favour are Cedar (Cedrela mexicana), Balata (Manilkara bidentata), Crappo (Carapa guianensis), Mora (Mora excelsa), Poui (Tabebuia serratifolia), Cypre (Cordia alliodora), Tapana (Hieronyma caribaea), Mahoe (Sterculia caribaea), Toporite (Hernandia sonora) and

several species of Laurier (Lauraceae). The species most favoured are those which are naturally durable but there is a fair demand for some of the more perishable species where lumber for a temporary purpose such as concrete shuttering is required.

## Uses of Local Wood

Local lumber is employed for almost all the purposes to which wood can be put except paper pulp and plywood. The biggest single use is for construction lumber for the building of houses, shops, offices, factories, farm buildings, etc. Large quantities of the choicer woods are used in the manufacture of furniture, a business which developed markedly during the War when imports virtually ceased. Railway sleepers accounted for 265,000 cubic feet of wood in 1946, of which about half consisted of Balata and Poui which are naturally very durable in contact with the ground. Low grade sawn lumber is disposed of as dunnage to shipping interests. Local lumber is also used for the manufacture of turnery and domestic woodware, broomsticks, packing cases, truck and railway waggon bodies, fence posts, telephone poles, marine piles, bridges, etc. The match factory uses approximately 100,000 cubic feet of Jereton (Didymopanax morototoni) annually. Corduroy for the construction of roads in 1946 consumed 186,000 cubic feet, while firewood accounted for 2,125,000 cubic feet, most of which was converted into charcoal. Total sawn and hewn lumber production in 1946 was 2,178,000 cubic feet.

## Sawmills

In 1939 there were 20 sawmills in the Colony. The number increased steadily during the War when lumber imports were reduced and there was a great demand for lumber for military and civilian purposes. In 1946 there were 54 sawmills in operation and 6 in course of construction. Two sawmills are equipped with bandsaws and the remainder with inserted-tooth circular saws. Power is usually provided by an old automobile engine, often a Ford V8 or a Chevrolet rated at about 85 b.h.p. It is recognized that old automobile engines, burning highly-taxed gasoline, are neither mechanically satisfactory nor economical although they are cheap in first cost, and there is a tendency to install diesel engines of 30 to 50 h.p. Few of the sawmills have any equipment beyond the inserted-tooth breakdown saw, usually of 48 to 60 inches diameter, but a small number have circular resaws and planing machines. The bulk of the equipment is of American manufacture and as it is designed for the processing of coniferous lumber it is by no means ideal for tropical hardwoods. The conversion wastage in these sawmills is very high owing to the use of large diameter inserted-tooth circular saws for almost all purposes. Whereas the two band sawmills turn out about 10 board feet per cubic foot of log the average for the circular sawmills is between 7 and 8 board feet only. It must be admitted that very few of the sawmills are operated efficiently even by local standards. Most of the mills are badly laid out and excessive handling of logs and sawn lumber inevitably results. Employees are mostly paid by the day and incentive wages are almost unknown, so that there is a good deal of idling. As many of the sawmills

are situated on small plots of land in the towns and villages the disposal of sawdust presents a problem. There is little opportunity for selling sawdust and its removal and dumping are continual items of expenditure. Even when the sawmills are situated in country districts with plenty of land available it is usual for 1 or 2 men with wheelbarrows to be employed to remove the sawdust. Only one mill has an efficient sawdust conveyor. Attempts to persuade sawmill owners to use their waste to provide power or to burn it in incinerators have not proved successful.

The operation of sawmills is controlled by law and operators are required to keep records of their input and output and submit half-yearly returns to the Forest Department. The following table compiled from the operators' returns shows the consumption of logs per annum by the 54 sawmills in operation in 1946.

Input of Logs in Cubic Feet per Annum

| | 0 to 2,000 | 2,001 to 5,000 | 5,001 to 10,000 | 10,001 to 25,000 | 25,001 to 50,000 | Over 50,000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Number of Sawmills | 5 | 6 | 12 | 13 | 15 | 3 |

The smallest input was 653 cubic feet and the largest 200,000 cubic feet. The type of sawmill in common use is capable of consuming at least 120,000 cubic feet of logs per annum. On this basis only one sawmill is being fully used. The total consumption of all 54 mills according to their returns was 1,236,000 cubic feet. It would therefore appear that about 10 efficiently operated mills could consume as much lumber as the 54 mills do at present. In reality many of the sawmills are operated intermittently as and when orders for lumber are received or when customers bring logs to the mill for custom-sawing.

As might be expected there are very wide differences in the output per man-day. Output per man-day varies from as little as 70 board feet to as much as 1,100 board feet. The output per man-day depends somewhat upon the class of lumber being produced but principally on the mechanical condition of the sawmill and the efficiency of the owner.

According to their own returns the total output of sawn lumber from the mills in 1946 amounted to 10 million board feet, which the owners valued at $1,049,200.00. There is little doubt that some of the sawmill owners have not recorded their full production - possibly with an eye on the Income Tax collectors.

The ownership of the 60 sawmills is divided: East Indian 31, Creole 17, European 9, Chinese 2, and Government 1.

Almost all the sawmills sell their lumber green and fresh from the saw. Few make any attempt to season even part of their production. During the War the pressing need for lumber of any kind in any condition rendered it unnecessary for the mills to season the lumber before sales. Now that imported lumber is more readily available the sawmills are feeling the competition but the majority lack the capital necessary to enable them to stack and season their output for 6 to 9 months. Since it is almost impossible to produce seasoned local lumber cut to the wide variety of sizes demanded by the building trade imported coniferous lumber is largely used for the more expensive types of building. Some building contractors, however, purchase green local lumber and season it themselves before use.

## Hand-sawing

Fifteen years ago the bulk of the sawn lumber produced was hand-sawn in the forest on rough scaffolds. Today hand-sawing has almost disappeared owing to the increase in the number of sawmills. It is still employed to saw some of the more valuable woods such as Cypre and Mahogany owing to the smaller wastage with hand-sawing as compared with conversion by inserted-tooth saws, and occasionally a very large Balata tree will be sawn into sleepers or bridge timbers in the forest. In 1946 only 60,000 cubic feet of logs were handsawn. In Tobago where it is difficult to extract logs from the mountain forests hand-sawing is employed exclusively.

## Firewood and Charcoal

Firewood and charcoal together accounted for half of the total wood cut in State forests in 1946. Firewood is still used largely by the bakeries and the favourite wood for this purpose is Red Mangrove (Rhizophora mangle). In districts remote from mangrove swamps a variety of woods are used, even small teak thinnings being employed for this purpose. Firewood is largely used for domestic heating in country districts and since much of the firewood is derived from private land or is removed free in small headloads from the State forests it is impossible to compute the total consumption. The bulk of the charcoal is, however, produced in the State forests and in 1946 consumed 1-3/4 million cubic feet of wood. The local method of charcoal manufacture is to pile the wood in a rectangular stack and cover with earth. Fire is set at one end and as the fire progresses towards the other end of the stack charcoal is withdrawn little by little and drenched with water. Average production is 16 bags of charcoal weighing 60 lbs. each per cord of firewood (128 stacked cubic feet).

## Corduroy

In the south of Trinidad there is a notable absence of rock suitable for roadmaking. Although suitable metal is now transported from the north of the island for the construction of most of the public roads until recently many roads were made by spreading corduroy and covering it with burnt clay. This method is still used by the Petroleum Companies to make light roads to well sites, etc. The woods used for corduroy are principally those for which there is little market as lumber and which split readily. In

recent years substantial quantities of corduroy have been made from small Teak thinnings of which there are ever increasing quantities available each year. In 1946, 186,000 cubic feet of wood were used for corduroy.

## Railway Sleepers

The species most in demand for railway sleepers (crossties) are Balata and Poui, which are very durable in exposed situations. Stocks of these two species, however, are inadequate and increasing numbers of sleepers are made from less durable woods. Balata and Poui are normally hand hewn in the forest but it is more usual for sleepers of other species to be sawn. Untreated sleepers of species other than Balata and Poui rarely last for more than 3 years in the line, but experiments carried out by the Forest Department have shown that a satisfactory length of service can be obtained from a number of species by proper preservative treatment. Sleepers of mora treated under pressure with creosote have been in service for 13 years and show no sign of deterioration although absorption was only 4 lbs. per cubic foot. A battery of open tanks is operated by the Trinidad Government Railway and sleepers are treated with the hot and cold method. This is, of course, much less satisfactory than pressure treatment.

## Fencing Material

A big trade in fence posts exists for domestic, industrial, and agricultural use. This market is almost entirely supplied by the thinnings from the Forest Department's Teak plantations and the Department is in the fortunate position of being able to realise a useful profit from its early thinnings. Ten-year old Teak poles contain about equal proportions of sapwood and heartwood and their useful life is from 5 to 6 years. The sapwood of Teak, however, when seasoned, is easily treated with creosote by the open tank hot and cold process, and treated posts have a much longer life, probably well in excess of 20 years.

The ever increasing production of thinnings from the Teak plantations has made it necessary to look for wider markets. There are possibilities of an export trade to Barbados and a few hundred fence posts have been shipped there. Attempts are now being made to create a market for split and wired teak fencing within the Colony. Teak does not split quite as readily as Chestnut, which is used for the manufacture of split fencing in the United Kingdom, but it is possible to produce a satisfactory cleft pale, which can be creosoted if necessary to give a long life. A fencing machine has been purchased from the Astolat Company of Guildford, England, and it is now being operated in a small rustic factory at one of the larger teak plantation centres.

## Safety Matches

One safety match factory supplies the Colony's whole requirements and exports a small surplus. The value of the local production is not known but exports in 1946 were valued at $35,000.00. Exports could be increased but it would necessitate expansion of the plant. The wood used

for both match boxes and splints is Jereton (Didymopanax morototoni) and consumption in 1946 was 90,000 cubic feet. The factory affords employment for about 140 men and women in addition to the woodmen and transport contractors who supply the raw material. Jereton is a fast growing soft-wooded species which regenerates naturally in abundance on sandy and light silty soils. In order to assure future supplies for the industry large numbers of this species are regenerated annually at a number of plantations. The rotation is in the vicinity of 25 years on suitable sites.

## Furniture

The manufacture of furniture from local woods is a thriving industry. There are half a dozen factories employing from 20 to 100 men and a large number of smaller establishments. It is impossible to compute accurately the value of local furniture production but it is almost certainly in excess of 1 million dollars annually. The mass-production methods of Europe and North America have not been applied locally but there is a considerable and increasing use of power tools. The favourite woods are Crappo, Cypre, Cedar, Mahogany (Swietenia macrophylla), and Saman (Samanea saman). Some of the furniture produced is of excellent quality. A useful sideline in some furniture factories is the production of turnery and inlaid articles, which find a ready sale especially with visitors to the Colony.

## Minor Forest Products

The chief minor forest produce consists of palm leaves. The leaves of the Carat palm (Sabal mauritiiformis) and the Timite palm (Manicaria setigera) are useful for thatching and are extensively used by the poorer classes. Other products are mangrove bark (Rhizophora mangle) for the tanneries, vines and other plants for basket making, Balsa floss (Ochroma lagopus) for stuffing pillows and cushions, fibres, grass and bamboos. The total value of all minor forest produce collected each year is not particularly large but the various items play an important part in rural life.

## Census

In 1940 a census carried out by the Forest Department showed that approximately 5,000 persons were wholly engaged and a further 3,800 were partially engaged in Forestry and Forest Industries. In 1946 a census of the whole Colony was undertaken by Government and the tabulated results are expected shortly. It is believed that the numbers engaged in Forestry and its related industries have approximately doubled since 1940.

## Imports and Exports

Owing to lack of capital few of the sawmills make any attempt to season the lumber they produce. As a result considerable quantities of coniferous lumber, mostly Pitch Pine and Douglas Fir, are imported for use in the better types of building construction. Imports of lumber in 1946 amounted to 1,178,800 cubic feet, valued at $1,822,000.00.

Exports in 1946 comprised lumber, 10,100 cubic feet valued at $22,135.00; charcoal, 18 tons valued at $989.00; matches to the value of $53,517.00 and furniture to the value of $41,799.00. The bulk of the charcoal was exported to the United Kingdom but the other exports went chiefly to the West Indies.

(Traducción del artículo anterior)

## LAS INDUSTRIAS FORESTALES DE LAS ISLAS DE TRINIDAD Y TABAGO

### Introducción

Sin lugar a dudas, cuando Colón descubrió la isla de Trinidad en 1498, ésta estaba completamente cubierta de bosques, con excepción de algunas pequeñas savanas, reliquias del tiempo en que estaba unida al continente y también con excepción del pantano gramíneo de Nariva en la costa este. Los habitantes aborígenes, los caribes, no eran un pueblo agrícola sino pescadores y cazadores y probablemente alteraron muy poco la condición de los bosques, excepto quizás mediante el fuego en algunas áreas. La destrucción de los bosques comenzó con la colonización de los españoles quienes desmontaron para sembrar cultivos agrícolas, pero ese desmonte fué lento hasta mediados del siglo 19 aproximadamente. De ahí en adelante aceleró según crecía la población y hoy día la mitad de la vegetación original ha sido destruída para dar paso a la agricultura.

Los bosques de Trinidad son extremadamente variados en tipo y composición. Los más importantes desde el punto de vista económico son los bosques estacionales perennifolios y los bosques estacionales semiperennifolios situados en la bajura, en áreas cuya precipitación fluctúa entre 60 y 90 pulgadas al año. Los bosques pedemontanos también tienen buenos rodales madereros pero están situados en las montañas relativamente inasequibles de la Cordillera Norte. La topografía de la bajura varía entre plana o ligeramente ondulada y la cerrosa (en cerros) por lo que la extracción de trozas no presenta ninguna seria dificultad técnica. En Tabago el estar situados en las laderas inclinadas de las montañas ha evitado hasta la fecha la explotación extensiva de los bosques.

### Tipos de Madera

Aunque en Trinidad hay de 300 á 400 especies arbóreas distintas, sólo cerca de 60 especies se usan comúnmente para la obtención de madera aserrable. Muchas especies son muy duras sin ser duraderas cuando están en sitios expuestos y otras son blandas y fácilmente deteriorables a manos de hongos e insectos. Las especies más buscadas son: cedro (Cedrela mexicana), balata (Manilkara bidentata), crapo (Carapa guianensis), mora (Mora excelsa), poui (Tabebuia serratifolia), chipre (Cordia alliodora), tapana (Hieronyma caribaea),

toporite (Hernandia sonora) y varias especies de las lauráceas. Las especies más buscadas son las durables por naturaleza pero existe buena demanda por las especies perecederas cuando se usan temporeramente, como en la fabricación de moldes para hormigón.

## Usos de la Madera Local

La madera de origen local se usa para casi todos los propósitos posibles de la madera, excepto para pasta de papel y compensados. El uso mayor es como madera de construcción, para hacer casas, tiendas, oficinas, fábricas, granjas, etc. Grandes cantidades de madera escogida se usan en la fábricación de muebles, empresa que se ha desarrollado grandemente durante los años de la guerra cuando la importación cesó prácticamente. En 1946 se utilizaron 265,000 pies cúbicos de madera para traviesas, de los cuales cerca de la mitad eran de balata y poui que son por naturaleza muy duraderas en contacto con el suelo. Madera aserrada de grado inferior se usa como abarrote. La madera local se usa también en la fabricación de objetos torneados y de uso doméstico, palos de escobas, cajas de embalaje, vagones de ferrocarril y armazón de camiones, espeques, postes de teléfono, pilotes de muelles, puentes, etc. La fábrica de fósforos usa aproximadamente 100,000 pies cúbicos de jeretón (Didymopanax morototoni) anualmente. En trozas para hacer carreteras de tronco se usaron 186,000 pies cúbicos en 1946 y para leña 2,125,000 pies cúbicos, con la mayoría de los cuales se fabricó carbón. La producción total de madera aserrada y desbastada en 1946 fué de 2,178,000 pies cúbicos.

## Aserraderos

En 1939 habían veinte aserraderos en la colonia. El número aumentó progresivamente durante la guerra cuando la importación de madera se redujo y había gran demanda de madera para fines militares y civiles. En 1946 estaban funcionando 54 aserraderos y 6 en vías de construirse. Dos de los aserraderos estaban equipados con sierras de cinta y el resto con sierras circulares. La fuerza motriz la proveen máquinas de automóviles viejos, a menudo Ford V8 o Chevrolet. Se reconoce que estas máquinas viejas queman mucha gasolina y no son ni mecánicamente satisfactorias ni económicas aunque cuesten baratas y existe la tendencia de instalar máquinas diesel de 30 á 50 caballos de fuerza. Pocos de los aserraderos tienen equipos que no sean la simple sierra circular desmontable, de 48 á 60 pulgadas de diámetro, pero unos pocos tienen además sierras más finas y acepilladoras. La mayor parte del equipo es de fabricación americana y como está diseñado para transformar madera de coníferas no es el ideal para trabajar las maderas duras tropicales. El desperdicio en estos aserraderos es muy elevado debido al uso para casi todos los propósitos, de sierras circulares de gran diámetro. Los dos aserraderos que tienen sierra de cinta producen aproximadamente 10 pies tablares por pie cúbico de troza mientras que el promedio de los aserraderos con sierra circular está entre 7 y 8 pies tablares solamente. Es preciso admitir que muy pocos de los aserraderos funcionan eficientemente aún a base de las normas locales. La mayoría de los aserraderos están mal organizados dando como resultado el excesivo manipuleo de trozas y madera aserrada. Los empleados cobran por día y casi se desconocen los salarios estimulativos de manera que hay mucha pérdida de tiempo. Como muchos de los

aserraderos están en pequeños lotes de tierra en pueblos y villas la eliminación del aserrín y demás desperdicios representa un problema. Hay poca oportunidad de vender el aserrín y su eliminación constituye un gasto contínuo. Aún cuando los aserraderos están situados en distritos campesinos, con mucha tierra disponible, es común el emplear uno o dos hombres para remover el aserrín en carretillas. Solamente uno de los aserraderos tiene un transportador mecánico para la extracción del aserrín. Han sido infructuosos los esfuerzos por persuadir a los dueños de aserraderos de que utilicen los desperdicios para producir energía o que los quemen en incineradores.

El funcionamiento de los aserraderos está controlado por ley y los operadores tienen que llevar registros de las entradas y salidas y someter semestralmente las cifras al Departamento Forestal. La siguiente tabla compilada de las cifras de los operadores de aserraderos muestra el consumo anual de trozas por los 54 aserraderos que estaban funcionando en 1946.

Entrada de Trozas en Pies Cúbicos por Año

| | 0 a 2,000 | 2,001 a 5,000 | 5,001 a 10,000 | 10,001 a 25,000 | 25,001 a 50,000 | Sobre 50,000 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Número de Aserraderos | 5 | 6 | 12 | 13 | 15 | 3 |

La entrada menor fué de 653 pies cúbicos y la mayor de 200,000 pies cúbicos. El tipo de aserradero de uso común es capaz de consumir por lo menos 120,000 pies cúbicos de trozas al año. A base de ésto sólo un aserradero trabaja a total capacidad. De acuerdo con las cifras, el consumo total de los 54 aserraderos fué de 1,236,000 pies cúbicos. Es de suponer por lo tanto que cerca de 10 aserraderos funcionando eficientemente podrían transformar tanta madera como la que transforman hoy día los 54 existentes. En realidad, muchos de los aserraderos funcionan intermitentemente según se van presentando los pedidos o cuando los parroquianos traen las trozas para ser aserradas.

Como es de esperarse existen amplias diferencias en la producción por jornada de trabajo. La producción por jornada fluctúa entre la pequeña cifra de 70 pies tablares hasta tanto como 1,100 pies tablares. Este rendimiento depende en algo de la clase de madera con que se esté trabajando pero depende principalmente de la condición mecánica del aserradero y de la eficiencia del dueño.

De acuerdo con sus propias cifras en 1946 la producción total de madera aserrada fué de 10 millones de pies tablares, valorados por los dueños en $1,049,200.00. Casi no cabe lugar a duda que algunos de los dueños de aserraderos no han registrado su producción verdadera posiblemente con la vista puesta en el colector de contribuciones sobre ingresos.

Los 60 aserraderos pertenecen a: 31 de gente de las Indias Orientales, 17 de criollos, 9 de europeos, 2 chinos y uno del gobierno.

Casi todos los aserraderos venden la madera verde y fresca, según sale de la sierra. Pocos son los que almacenan ni siquiera parte de la producción. Durante la guerra debido a la urgente demanda de madera de cualquier clase en cualquier condición hacía innecesario el almacenaje para el secamiento antes de la venta. Hoy día que la madera importada se hace más asequible se deja sentir la competencia pero la mayoría de los aserraderos no cuentan con el capital necesario para poner a secar el material por 6 ó 9 meses. Como es casi imposible producir madera local sazonada (seca), cortada en el variado tipo de tamaños que requieren los constructores, la madera que se usa en los tipos de edificios más costosos es madera importada, de coníferas. Sin embargo, algunos contratistas compran la madera verde local y la ponen a secar por su cuenta.

## Aserraje a Mano

Quince años atrás la mayor parte de la madera aserrada producida se aserraba a mano en el bosque en andamios rústicos. Hoy día el aserraje a mano ha desaparecido casi por completo debido al aumento en el número de aserraderos. Aún se emplean para aserrar algunas de las maderas de más valor tales como el chipre y la caoba porque se desperdicia menos a mano que con las sierras circulares y ocasionalmente los árboles grandes de balata se transforman en el mismo bosque en durmientes o maderas para puentes. En 1946 sólo 60,000 pies cúbicos de trozas fueron aserrados a mano. En Tábago, donde es difícil extraer las trozas de los bosques montañosos, el aserraje a mano es el único que se utiliza.

## Leña y Carbón

En el 1946 la mitad del total de madera que se cortó en los bosques del estado se usó como leña y carbón. La leña todavía se usa mayormente en las panaderías y la madera que más se usa para este propósito es el mangle rojo (Rhizophora mangle). En los distritos alejados de los manglares se usan varias maderas, aún hasta los productos del aclareo de las plantaciones de teca. La leña se usa para consumo doméstico en el campo y como la mayor parte se saca de terrenos privados o se saca gratis de los bosques públicos en pequeñas cantidades por persona, es imposible computar el consumo total. Sin embargo la mayor parte del carbón se produce en los bosques del estado y en 1946 se consumió un millón y tres cuartos de pies cúbicos de madera. El método local de fabricar carbón es apilando la madera en un montón rectangular y cubriéndolo de tierra. Se prende fuego por una punta y según progresa el fuego hacia la otra punta se va extrayendo el carbón poco a poco mojándolo con agua. La producción promedio es de 16 sacos de 60 libras cada uno por cuerda de leña (128 pies cúbicos apilados).

## Madera de Fabricación de Carreteras

En la parte sur de Trinidad se adolece de falta de roca adecuada para la fabricación de carreteras. Aunque hoy día se transporta metal del

norte de la isla para hacer carreteras públicas hasta hace poco muchas carreteras se hacían de madera cubierta de barro quemado. Este método lo usan aún las Compañías Petrolíferas para hacer carreteras livianas hasta los pozos, etc. Las maderas que se usan para estos propósitos son aquellos que menos se venden para aserrar y que se rajan fácilmente. En años recientes el material empleado en cantidades substanciales ha sido la madera de teca de poca dimensión obtenida en cantidades cada año mayores de los aclareos de las plantaciones. En 1946 se usaron para hacer carreteras 186,000 pies cúbicos de madera.

## Durmientes

Las especies de mayor demanda para durmientes (traviesas) son balata y poui, que son duraderas en contacto con la tierra. Sin embargo las reservas de estas dos especies son inadecuadas y cada día mayor número de traviesas se fabrican de maderas menos durables. Los árboles de balata y poui se desbastan en el bosque pero lo más usual con las demás especies es que se usen aserradas. Las durmientes sin tratamiento preservativo, de especies que no sean balata y poui, generalmente duran más de tres años en la línea pero los experimentos llevados a cabo por el Departamento Forestal indican que una duración satisfactoria puede obtenerse si se tratan adecuadamente con preservativos. Traviesas de mora tratadas a presión con creosota han estado en servicio por trece años y no muestran señales de deterioro a pesar que la absorción fué sólo de 4 libras por pie cúbico. El ferrocarril del Gobierno de Trinidad tiene en operación una batería de tanques abiertos y somete las traviesas a tratamiento por el método "caliente y frío". Esto es, desde luego, mucho menos satisfactorio que el tratamiento a presión.

## Espeques

Existe un gran negocio de venta de espeques para uso doméstico, industrial y agrícola. Este mercado se abastece casi enteramente de los aclareos de las plantaciones de teca del Departamento Forestal que está colocado ahora en la afortunada posición de obtener buen provecho de los aclareos iniciales. Postes de teca de 10 años de edad tienen igual proporción de albura y duramen y su longevidad es de 5 á 6 años. Sin embargo la albura de teca después de seca es fácil de tratar con creosota por el procedimiento de tanque abierto, caliente y frío y los espeques tratados tienen más larga vida, probablemente mucho más de 20 años.

La producción cada día mayor de los aclareos de las plantaciones de teca ha hecho necesaria la búsqueda de más amplios mercados. Existen posibilidades de exportarlos a Barbados y algunos cientos de espeques han sido embarcados ya. Se están haciendo esfuerzos ahora para crear un mercado en la colonia para usar la madera de teca en cercas de madera rajada y alambrada. La teca no raja tan fácilmente como el castaño que es lo que se usa en el Reino Unido para tales fines pero es posible hacer empalizadas de madera rajada, que puede creosotarse si es necesario para prolongar la vida de la cerca. Se ha comprado una máquina de cercar a la Astolat Company de Guildford, Inglaterra. Esta máquina está funcionando en una fábrica pequeña y rústica situada en una de las plantaciones más grandes de teca.

## Cerillas (Fósforos)

Una fábrica de cerillas suple todas las necesidades de la colonia a ese respecto y exporta además un pequeño excedente. El valor de la producción local no se conoce pero las exportaciones en 1946 estaban valoradas en $53,000.00. Las exportaciones pueden aumentarse pero habría que aumentar la capacidad de la planta productora. La madera que se usa para hacer las cerillas y las cajas de éstas es jeretón (Didymopanax morototoni) y el consumo en 1946 fué de 90,000 pies cúbicos. La fábrica le ofrece empleo a cerca de 140 hombres y mujeres, además de los leñadores y contratistas del transporte quienes suministran la materia prima. El jeretón es una madera blanda, de crecimiento rápido que se multiplica naturalmente en abundancia en suelos arenosos y lómicos livianos. Para asegurar la reserva futura para esta industria se regeneran anualmente gran número de árboles de esta especie en varias plantaciones. El turno o rotación es alrededor de 25 años en medios estacionales adecuados.

## Muebles

La fábricas de muebles de maderas locales es una industria floreciente en la isla. Hay media docena de fábricas que emplean de 20 a 100 hombres y además gran número de establecimientos pequeños. Es imposible calcular con exactitud el monto de la producción de muebles pero es casi seguro que pasa de un millón de dólares al año. Los métodos de producción en masa de Europa y América del Norte no se han usado localmente pero se usan mucho y en aumento las herramientas de motor. Las maderas preferidas para la fabricación de muebles sons crapo, chipre, cedro, caoba (Swietenia macrophylla) y samán (Samanea saman). Algunos de los muebles que se fabrican son de excelente calidad. En las fábricas de muebles un producto accesorio es la fabricación de artículos torneados e incrustados, los que se venden pronto, especialmente entre los turistas que visitan la colonia.

## Productos Forestales Secundarios

Los principales productos forestales secundarios son las pencas de las palmas. Las hojas (pencas) de la palma carat (Sabal mauritiformis) y de la palma timite (Manicaria setigera) se usan para bordar y las usa extensamente la clase pobre. Otros productos son la corteza de mangle (Rhizophora mangle) para las tenerías, bejucos y otras plantas para hacer canastas, guano (Ochroma lagopus) para rellenar almohadas y cojines, fibras, yerbas y bambú. El valor total de los productos secundarios obtenidos cada año no es particularmente grande pero juegan un papel importante en la vida campesina.

## Censo

En 1940 un censo llevado a cabo por el Departamento Forestal mostró que aproximadamente 5,000 personas estaban empleadas permanentemente y 3,800 temporeramente en las Industrias Forestales. En 1946 el gobierno emprendió el censo de toda la colonia y se esperan pronto los resultados. Se cree que el número de personas ocupadas en asuntos forestales es aproximadamente el doble que en 1940.

## Importaciones y Exportaciones

Debido a la falta de capital pocos de los aserraderos hacen algún esfuerzo por secar la madera que producen. Por ésto se importan considerables cantidades de maderas de coníferas, mayormente pino (pitch pine) y abeto (Douglas fir) para usarse en el mejor tipo de construcciones. Las importaciones de madera en 1946 correspondieron a 1,178,800 pies cúbicos valorados en $1,822,000.00.

Las exportaciones en 1946 fueron de 10,100 pies cúbicos de madera aserrada valorados en $22,135.00; 18 toneladas de carbón valorados en $989.00; cerillas por valor de $53,517.00 y muebles por valor de $41,799.00. La mayoría del carbón se exportó al Reino Unido pero las demás exportaciones fueron principalmente a las Indias Occidentales.

## Résumé

Les industries forestières à Trinidad et Tobago. Autrefois presque toute l'île de Trinidad était couverte de forêts, exception faite de quelques savanes, vestiges de l'époque pendant laquelle l'île était part du continent. La destruction des forêts commenca avec la colonization espagnole mais était lente jusqu'au 19 ième siècle. Au delà elle devînt très rapide et aujourd'hui la moitié de la végétation primitive avait été détruite pour faire place à l'agriculture.

Les forêts de Trinidad sont très variées en type et composition. Du point de vue économique les plus importantes sont les forêts saisonnières sempervirentes et semi-sempervirentes qui couvrent les terres basses où predomine une précipitation de 60 à 90 pouces per an. Des 300 à 400 essences forestières de Trinidad 60 seulement produisent bois de sciage et parmi les plus importantes se trouvent: Cedrela mexicana, Manilkara bidentata, Carapa guianensis, Mora excelsa, Tabebuia serratifolia, Cordia alliodora, Hieronyma caribaea, Sterculia caribaea, Hernandia sonora et quelques espèces des Lauraceae. La principale utilization du bois est dans la construction générale, l'ébenisterie et traverses. Puis des produits secondaires comme: bois d'oeuvre menu, bois de caisserie, poteaux, etc. L'usine d'allumettes emploie 100,000 pieds cubiques de Didymopanax morototoni par an.

En 1939 il y avait dans l'île 30 scieries mais pendant la guerre cette chiffre devînt 54 scieries en operation et 6 en cours de construction. L'absence d'équipment approprié et l'organization intérieure peu convenable dans les scieries origine beaucoup de pertes et les dimensions variées de bois de sciage, nécéssaires pour la construction n'y sont pas produites par manque de scies spéciales. L'elimination des déchets de sciage constitue aussi un problème.

La moitié de la consommation de bois dans l'île est en bois de chauffage et charbon de bois. Parmi les industries dérivées on peut signaler: production et presérvation des traverses de chemin de fer, de Manilkara bidentata et Tabebuia serratifolia; préparation des chaussées formées de troncs d'arbres jetés en travers; poteaux de teck; bois d'allumettes et l'ebénisterie, employant Swietenia macrophylla et Samanea saman.

## RESEÑAS SOBRE PUBLICACIONES RECIBIDAS

En esta sección damos cuenta de los libros, revistas, folletines y artículos recientemente recibidos, principalmente los que se relacionan con la desonomía y ciencias afines.

### Libros

Investigación Preliminar de las Posibilidades de Conservación del Suelo y del Agua en El Salvador. Instituto de Asuntos Inter-Americanos División de Salud Pública y Saneamiento, El Salvador, Centro América. 1946. La División de Salud Pública y Saneamiento del Instituto de Asuntos Inter-Americanos ha publicado el informe de las investigaciones sobre conservación del suelo y del agua en El Salvador. Aunque preliminar, sus autores han presentado un plan para dar principio al planeamiento y al uso ordenado de los dos recursos más fundamentales de cualquier país: el agua y la tierra. Son autores los especialistas en conservación señores W. Clinton Bourne, Thomas W. McKinley, Carl P. Stevens y Mario Pacheco.

En las palabras textuales de los autores la solución estriba en seguir los siguientes derroteros: "El desarrollo de la conservación del suelo y del agua en El Salvador debiera iniciarse cuanto antes, comenzando por lo más sencillo, pero trabajando con constancia hacia la realización de un programa completo, coordinado y que funcione suavemente, sin tropiezos. En sus aspectos más amplios, el programa comprendería: primero, el reajuste de las diversas tierras al uso que realmente les corresponda, tal como la reconversión a bosques y pastizales perennes, de toda aquella tierra demasiado empinada para ser cultivada sin que sufra mengua; y al mismo tiempo desarrollar las buenas tierras de la planicie costera y de los valles interiores hasta su máxima intensidad. Segundo, generalizar las prácticas de conservación del suelo en las demás tierras que permanezcan bajo cultivo. Naturalmente, para la realización de tales propósitos se hace preciso el apoyo incondicional, así como la mutua cooperación del pueblo salvadoreño con su gobierno. La técnica aconsejable debe incluir investigación científica, censos y clasificación de suelos, educación por demostraciones prácticas, ayuda técnica directa en la aplicación de dichas prácticas; y en algunas fases, desarrollo y control gubernativos. Lo esencial es recalcar la necesidad de iniciar la obra con toda prontitud.

Es de celebrar que los países americanos hagan inventario y tomen las medidas necesarias para utilizar sabiamente los magníficos recursos con que fueron dotados.

(Continúa en la página 44)

# A SPANISH-ENGLISH GLOSSARY OF FORESTRY TERMINOLOGY. IV

Carmen García Piquera
Tropical Forest Experiment Station
Río Piedras, Puerto Rico

In this issue of the Caribbean Forester appears the fourth installment of English terms used in forestry, conveniently defined, together with their Spanish equivalents and definitions. The first three groups of terms appeared in Volume 7 no. 2, April 1946; Volume 8 no. 1, January 1947 and Volume 8 no. 4, October 1947.

The author emphasizes again the fact that this work is necessarily preliminary and she will, therefore, consider any suggestion which would improve in any way the present status of any term.

By explicit wish of some of our Spanish readers the Spanish definitions are longer and more explanatory.

The bibliography at the end of this group of terms supplements previous lists.

## NOMENCLADOR FORESTAL

En esta tirada del Caribbean Forester aparece el tercer grupo de términos en inglés, convenientemente definidos, junto con sus equivalentes en español y las definiciones de los mismos. Los grupos anteriores fueron publicados en esta misma revista, en el Volumen 7 núm. 2, abril, 1946; Vol. 8 núm. 1, enero de 1947 y Vol. 8 núm. 4, octubre de 1947.

La autora vuelve a hacer hincapié en el hecho de que este trabajo es de índole necesariamente preliminar y por lo tanto considerará debidamente cualquier sugestión tendiente a mejorar el presente estado de cualquier término.

Por deseo expreso de algunos lectores de habla hispana las definiciones en español son más largas y más explicativas.

Las referencias bibliográficas que aparecen al final son una continuación de las listas anteriores.

Spanish Equivalents on Next Page

Area, roadside. A strip of forest left uncut along a highway.

Borer, Crustacean. Marine borer of the class Crustacea, which attacks the surface layers of wood placed in sea water. Species of the genus Limnoria are most destructive, but representatives of the genera Chelura and Sphaeroma are also active in American waters.

Boundary, growth-ring. The outer limit of a growth ring, of whatever form. (Not to be confused with the growth ring itself.)

Bow. The deviation of a board flatwise from a straight line drawn from end to end of the piece. Contrast with Crook.

Cleaning. A cutting made in a young stand, not past the sapling stage, for the purpose of freeing trees from other individuals of similar age but of less desirable species or form which are overtopping them, or likely to overtop.

Clearcutting with artificial reproduction. Removal of the mature timber in one cut, with reproduction obtained artificially by direct seeding or by planting.

## Los Términos Correspondientes en Inglés en la Página Anterior

Arbolado de carreteras. Faja boscosa de alineamiento que se deja sin cortar o se planta a propósito a lo largo de las carreteras con fines de ornato y protección porque a la par que embellece el paisaje proporciona sombra y abrigo.

Taladrador crustáceo. Taladrador marino de la clase Crustacea que ataca las copas superficiales de los leños sumergidos en el agua de mar. Las especies del género Limnoria son muy destructoras y los representantes de los géneros Chelura y Sphaeroma también atacan la madera en los mares americanos. Contrario a los taladradores moluscos, estos crustáceos no se quedan aprisionados en la madera sino que se mueven en los alrededores, especialmente en estado adulto. Tanto los individuos viejos como los jóvenes barrenan la madera haciendo galerías estrechas que por lo común no son hondas. Aunque los daños son más o menos superficiales los animales atacan en grandes grupos agujereando profusamente la capa exterior de la madera infestada. Los delgados tabiques entre barreno y barreno se rompen por la acción mecánica del agua, exponiendo nuevas superficies al ataque. De esta manera la destrucción aumenta progresivamente hacia el interior reduciendo el volumen de la madera e imposibilitándola para sostener la carga aplicada, por ejemplo en los muelles.

Límite del anillo de crecimiento. El límite externo de un anillo de crecimiento, de cualquier forma que sea (No debe confundirse con el anillo de crecimiento propiamente dicho).

Falca. Defecto de una tabla o madero que le impide ser perfectamente recto; a manera de curvatura longitudinal con desviación de plano.

Limpia. Corta hecha en un rodal joven para librarlo de la competencia creada por arbustos y trepadoras o por individuos de forma defectuosa o de especies indeseables que estén a punto de dominar o que hayan adquirido una posición dominante perjudicando así a las especies de valor.

Corta total con reproducción artificial. Método de reproducción por el cual se efectúa la extracción completa de todas las existencias de rodales maduros y coetáneos de una sola vez y la reproducción se logra artificialmente por siembra directa o por plantación. En general se usa este método en el caso de rodales compuestos de especies inferiores que se quieren substituir por especies de mejor calidad. Tiene las desventajas de que no toma en cuenta la conservación del agua, del suelo y de la vida silvestre pues deja la tierra sin cubierta protectora, por varios años (mientras los árboles están pequeños), expuesta al sol y al viento.

Collapse. A wrinkled or corrugated appearance of the surface of a piece of wood, caused usually by an irregular drawing together of the cell walls as free moisture leaves the cavities; occurs only in early stages of drying wet heartwood, especially in quarter-sawed stock. Recovery is brought about by steaming the piece. Syn. Crimps.

Control, biological. Control of diseases and insect pests by the use of natural enemies.

Cord. A unit of measurement of stacked wood.

Cover, forest. All trees and other woody plants occupying the ground in a forest.

Crook.

1. A defect in logs and poles or piling, consisting in an abrupt bend.

2. A deviation of a board edgewise from a straight line drawn from end to end of the piece. Contrast with Bow.

Cutting, intermediate. Cuttings made in a stand between the time of its formation and its major harvest and reproduction. Included are cleaning, liberation cutting, thinning, improvement cutting, salvage cutting and sanitation cutting.

Cutting, partial. A cutting by which only a part of the stand is removed. It usually implies a series of such cuttings.

Colapso. Apariencia corrugada de la superficie de una pieza de madera causada usualmente por un acercamiento irregular de los lados de las células, que se produce debido a la poderosa tensión del agua libre al salir de las cavidades; ocurre sólo en las primeras etapas del secado del duramen verde y húmedo (más allá del punto de saturación de la fibra), especialmente en la madera aserrada en cruz (en cuarto). Para tener lugar este defecto es preciso que las células estén repletas de agua y que sus paredes estén completas. El tratamiento para sanarla consiste en someter la pieza a la acción de vapor de agua. Sin. Encrespamiento.

Control biológico. Método de dominar o reprimir enfermedades y plagas de insectos usando para contrarrestarlas sus enemigos naturales.

Cuerda de madera. Unidad de medición de la madera apilada. Medida cúbica que se usa especialmente para medir leña y que equivale a 128 pies cúbicos de madera apilada en montones de ocho pies de largo por cuatro de ancho por cuatro de alto.

Cubierta forestal. Todos los árboles y demás vegetación leñosa que ocupa la superficie en un bosque.

Encorvadura.

1. Un defecto de las trozas, postes o en el apilamiento, que consiste en una comba abrupta.

2. Defecto de una tabla que le impide ser perfectamente recta, por curvatura longitudinal con desviación de filo (de canto).

Corta intermedia. Cualquier corta que se efectúe en un rodal durante el tiempo comprendido entre la época de su establecimiento y la época de su madurez o comienzo de su período de reproducción. En este tipo de corta el selvicultor interviene en la competencia de los individuos del monte, con el fin de regular su crecimiento, obteniendo el mayor rendimiento de las mejores especies. Entre las cortas intermedias están incluídas: limpias, clareos, cortas de mejora, cortas de liberación, cortas de salvamento y cortas de saneamiento.

Corta parcial. Corta en la cual sólo se corta parte del rodal. Casi siempre implica una serie de tales cortas. Por este método se extraen gradual y progresivamente árboles diseminados en el monte, extendiéndose por un período largo de tiempo y por lo tanto la reproducción tiene lugar a la sombra y se presta para el predominio de las especies tolerantes.

Cycle, cutting.

1. The planned interval between mejor felling operations in the same stand.

2. The planned period within which all portions of a working circle are logged in orderly sequence

Cyme. A determinate or centrifugal inflorescence, the main axis of which always terminates in a single flower which may be the only one produced or it may be accompanied by secondary or tertiary axis.

Dendrometer. An instrument designed to estimate the diameters of standing trees at any given height by sighting from the ground.

Density, shade. The complement of the percentage of light passing through the crowns, assuming unbroken light to have, at the time of measurement, a value of 100 percent.

Deviation, average (or mean). A measure of variability determined by averaging the individual differences from their mean without regard to sign.

Diameter, breast high (or at breast height). The diameter of a tree at 4.5 feet above average ground level. Abbreviated d.b.h. The additional abbreviations, o.b. and i.b., are used to designate whether the diameter refers to the measurement outside or inside the bark.

Diameter, mean. Usually the diameter corresponding to the average basal area of all trees in a stand. In frequency distribution analysis, the arithmetic average of all diameters. Occasionally the geometric mean of all diameters.

Disease. The injurious unbalancing of normal functions, often as a result of attack by a pathogen, and of sufficient duration or intensity to cause disturbance or cessation of vital activity.

Disposal, slash. Treatment or handling of slash by some method such as lopping, piling, and burning to reduce the fire hazard. (Preferred as a term to brush disposal.

Ciclo de cortas.

1. El intervalo planeado de antemano que ha de dejarse entre dos operaciones principales de corta en un mismo rodal.

2. El período planeado de antemano, en el cual todas las porciones de un círculo de trabajo se cortan en orden de secuencia. Bajo este plan el total de área no es sometido al aprovechamiento todos los años sino que se divide en tantas porciones como años tenga el ciclo. La corta anual se limita a una de estas porciones, progresando en años sucesivos de una porción a otra. El intervalo entre las cortas efectuadas en una porción del rodal es igual a la duración del ciclo.

Cima. Inflorescencia definida o centrífuga cuyo eje primario remata en una flor que puede ser la única que se produzca o puede tener derivaciones secundarias, terciarias, etc., que nacen más tarde.

Dendrómetro. Instrumento que sirve para que el observador determine desde el suelo el diámetro que tienen los árboles en pie, a cualquier altura dada.

Densidad de la sombra. El complemento del porcentaje de luz que atraviesa entre las copas de los árboles de un bosque, asumiendo que la luz sin interceptar en el tiempo en que se mide tiene un valor de 100 por ciento.

Desviación promedio (o media). En estadística, se refiere a la medida de la variabilidad que se determina sacando el promedio de las diferencias individuales que se tienen con el promedio, sin tomar en cuenta si el signo es negativo o positivo.

Diámetro a la altura del pecho. El diámetro de un árbol a 4,5 pies sobre el nivel del suelo, es decir a la altura del pecho. Se abrevia d.a.p. Las abreviaturas adicionales s.c. y c.c. se usan para indicar si el diámetro se refiere al diámetro sin o con corteza.

Diámetro promedio. Usualmente se refiere al diámetro correspondiente el área basimétrica promedio de todos los árboles de un rodal. En los análisis de distribución de frecuencia se refiere al promedio aritmético de todos los diámetros. Ocasionalmente se refiere al promedio geométrico de todos los diámetros.

Enfermedad. Desequilibrio perjudicial de las funciones normales de un organismo a menudo como resultado del ataque de agentes patógenos y de duración o intensidad suficiente para ocasionar el entorpecimiento o el cese de las actividades vitales.

Tratamiento de la broza. Modo de disponer de la broza o desperdicios de corta después de las operaciones de corta por algún método como el desganche, apilamiento y quema, como medio para proteger contra el peligro del fuego y permitir también que la semilla llegue al suelo sin obstáculos.

Distillation, steam. A distillation carried on by boiling a mixture of water and immiscible liquid, or by blowing steam through a liquid (or wood chips) and collecting a distillate of water and substance. This method is used in the distillation of oleoresin obtained from pine trees, yielding turpentine (distillate) and resin (residue). Steam distillation is also used to obtain wood turpentine and pine oils from resinous wood (chips) of these same species; in commercial practice such distillation is followed by an extraction process, in which a suitable solvent is used to extract resin and additional pine oils from the chips.

Distribution, diameter. The manner in which the number of trees in a stand is distributed over diameter classes.

Durability. As applied to wood, its lasting qualities or permanence in service, with particular reference to decay.

Economy, forest. A local, regional, or national economy concerned wholly or in large part with forest production.

Eluviation. The movement of soil material from one place to another within the soil, in solution or in suspension, when there is an excess of rainfall over evaporation. Horizons that have lost material through eluvation are referred to as eluvial, and those that have received material alluvial. Eluviation may take place downward or sideways according to the direction of water movement. As used, the term refers especially, but not exclusively, to the movement of coloids, whereas leaching refers to the complete removal of material in solution.

Epiphyte. A plant which grows upon another (not parasitically) for support, generally not attached to the ground.

Erosion. The lowering of the land surface by weathering, corrosion, and transportation under the influence of gravity, wind, and running water.

Destilación a vapor. La destilación en general tiene por objeto separar las substancias volátiles de las que no lo son o lo son menos. Este tipo particular de destilación por intermedio de vapor de agua se lleva a cabo hirviendo una mezcla de agua y el líquido inmiscible o bien pasando vapor de agua a través de un líquido (o astillas de madera) y recogiendo un producto de arrastre (destilado) que contiene agua y la substancia. Este método tiene gran importancia en la obtención de las esencias pues con él pierde lo menos posible el aroma de estas substancias tan delicadas. Al destilar la oleorresina que se obtiene de los árboles de pino se obtiene trementina como destilado y una resina como residuo.

Distribución diamétrica. La forma en que los árboles de un rodal se distribuyen según las clases diamétricas.

Durabilidad. Con respecto a la madera, se refiere a su inherente calidad de conservación o de permanencia en servicio, especialmente en lo referente a su resistencia a la pudrición.

Economía forestal. Economía local, regional o nacional que se ocupa enteramente o en gran parte de la producción forestal, que resulta del concurso de tres agentes: el trabajo humano, las fuerzas naturales y el capital. El rasgo más saliente de la producción forestal es el papel relativamente insignificante que juega el trabajo humano en comparación con otros productos del suelo. La acción de las fuerzas naturales se traduce en el crecimiento en volumen y en el valor de las masas arbóreas. El capital lo forman tres bienes: el circulante monetario, el suelo y el vuelo.

Eluviación. El movimiento de material edáfico de un sitio a otro dentro del suelo, en disolución o en suspensión, cuando hay exceso de precipitación comparado con la evaporación. Los horizontes que han perdido material por eluviación se les designa como eluviales y los que han adquirido material, eluviales. La eluviación puede ser hacia abajo o hacia los lados, de acuerdo con el movimiento del agua. Tal como se usa, el término se refiere especial pero no exclusivamente al movimiento de coloides, mientras la lixiviación se refiere a la remoción completa del material en disolución.

Epifita. Planta que crece sobre otra (sin ser parásito, es decir, sin alimentarse a sus expensas), como medio de lograr apoyo o soporte. Generalmente no está agarrada al suelo.

Erosión. La pérdida de la tierra de labor por obra de su meteorización, su corrosión y su arrastre bajo la acción de la gravedad, el viento y las aguas de escurrimiento que transportan la tierra buena y fértil hacia los ríos y hacia el mar, quedando la superficie pelada y estéril. El suelo desprovisto de vegetación es batido, ablandado, desmenuzado y movido, traduciéndose en el agotamiento de las tierras.

Erosion, sheet. Erosion of a fairly uniform layer of material from the land surface, often imperceptible, specially wind erosion; or may be evidenced by numerous very small rills. The effects are less conspicuous than those of other types of accelerated erosion that produce large channels. Frequently in sheet erosion the eroding surface consists of numerous very small rills.

Exotic. Introduced, brought from another country.

Extraction, seed. The process of removing seed from the fruit, usually subjecting fruit to high temperatures (as for cones) or to maceration (as for fleshy fruits) or by exposing it to the sun, usually by spreading fruit in a thin layer in the open on canvas or in hotbeds (termed solar extraction).

Failure, compression. A crushing of the fibers resulting from compression stresses, as on the concave side of a beam or long column, or across a short column, which has been stressed beyond the proportional limit. This type of defect may develop in a standing tree as a result of stresses caused by the wind, or from the shock of felling or any other injury to the wood which causes the same type of rupture of the fibers.

Forest, dwarf. A forest which consists of small trees due to impoverished soil or climatic conditions.

Forest, mature. A forest which has reached its age of utilization, the meaning differing with the object of management.

Forest, protection. An area wholly or partly covered with woody growth, managed primarily for its beneficial effects on water or soil movement rather than for wood or forage production.

Forestation. The establishment of forest naturally or artificially upon areas where it is at present absent or insufficient.

Formation. A mature and integrated climax community with a fixed physiognomic character.

Game. Undomesticated animals that are by law or custom considered, at least during a portion of the year, the objects of hunting or sport.

Erosión plana o laminar. Primer tipo de erosión por la cual se pierde una capa más o menos uniforme de suelo superficial. Los efectos son menos conspicuos que los de otros tipos de erosión más acelerados que producen zanjas y barrancos. Con frecuencia en la erosión laminar se observan numerosas estrías muy pequeñas. Su efecto acumulativo pasa inadvertido porque es gradual y apenas perceptible, especialmente cuando es erosión eólica.

Exótico (a). Que se introduce o trae del extranjero.

Extracción de la semilla. El proceso por el cual se saca la semilla de la fruta, unas veces sometiendo la fruta a temperaturas altas (como en el caso de los conos), o por maceración (en el caso de frutas carnosas) o poniéndola al sol, derramada en bastidores al aire libre (extracción solar).

Falla por compresión. Aplastamiento de las fibras en la madera como resultado de la resistencia a la compresión, como en el lado cóncavo de una viga o columna larga o a través de una columna corta que ha sido esforzada más allá del límite proporcional. Este tipo de defecto puede ocurrir en un árbol en pie como resultado de la acción del viento, por el choque al caer en la corta o por cualquier otra avería en la madera que origine este mismo tipo de rotura en las fibras.

Bosque enano. Bosque formado por árboles bajos o achaparrados, situación creada bien por el empobrecimiento del suelo o por las condiciones climáticas imperantes. Las hojas de estos árboles son gruesas, carnosas y muy reducidas en tamaño. Tienen ramas largas y serpenteantes que siguen la dirección del viento.

Bosque maduro. Bosque que ya ha llegado a su época de cortabilidad, significado que no implica concordancia con el objetivo dasocrático.

Bosque protector. Area que está entera o parcialmente cubierta de vegetación leñosa bajo ordenación primordialmente por sus efectos beneficiosos en cuanto a movimiento de agua o suelo y no por su producción maderera o forrajera.

Forestación. El establecimiento natural o artificial de bosques en áreas donde no existe ninguno o donde el que hay es insuficiente. Sin. Embosquecimiento.

Formación. Término creado por Grisebach en 1838, que designa una comunidad climácica madura e integral, con un carácter fisiognómico definido; es decir, la sinecia desde el punto de vista biotípico, individualizada por la forma biológica que en ella domina. Ejemplo: el bosque perennifolio esclerófilo.

Caza. Animales salvajes que por ley o costumbre se capturan, persiguen y cazan para deleite o negocio. Esa captura está vedada en determinadas épocas del año para lograr la reproducción de las especies.

Grain, diagonal. Grain in which the longitudinal elements form an angle with the axis of a piece, as a result of sawing at an angle with the bark of the tree or log; a form of cross grain.

Growth, second. Forest growth which comes up after removal of the old stand, by cutting, fire, or other cause.

Hardness. In wood technology, the load required to embed halfway a 0.444-inch ball.

Heartwood, pathological. Sapwood that has prematurely assumed heartwood characteristics as a result of wounding or irritation.

Height, breast. The standard height, 4-1/2 feet above average ground level, at which the diameter of a standing tree is measured.

Herbarium. A collection of dried specimens of plants, mounted on sheets of paper and systematically arranged and named.

Improvement, timber stand. All cuttings not a part of a major harvest felling, made during the life of a forest stand for the general purpose of improving it as regards composition, condition, or rate of growth.

Increment. Increase in diameter, basal area, height, volume, quality, or value of individual trees or stands in relation to time.

Increment, periodic. The growth of a tree or forest during any specified period, commonly 10 or 20 years.

Influences, forest. All effects upon health, climate, soil, streamflow, and economic conditions resulting from the presence of a forest.

Interplant. To set young trees among existing forest growth planted or natural; applicable also to planting land partly occupied by brush.

Grano diagonal. Grano cuyos elementos longitudinales forman un ángulo con el eje de la pieza de madera, como resultado del aserrar a ángulo con la corteza del árbol o troza; es una forma del grano cruzado.

Crecimiento secundario. Vegetación arbórea que surge naturalmente en un área previamente cubierta de bosque después que éste ha sido eliminado por desmonte, fuego u otras causas. Sin. Retumba; Vegetación secundaria.

Dureza. En xilología, es una medida que expresa la resistencia a las abolladuras y escotaduras y se obtiene determinando la carga que se requiere para encajar en una muestra una bola de acero de determinado diámetro hasta la mitad de dicho diámetro. En los países de habla inglesa la carga se expresa en libras y el diámetro de la bola es de 0,444 pulgadas. En los países hispanos la carga se expresa en kilogramos y el diámetro de la bola en milímetros.

Duramen patológico. Albura que prematuramente ha asumido características de duramen debido a heridas ó a irritación.

Altura del pecho. La altura estandard 4-1/2 pies sobre el nivel promedio del suelo, que se usa en dasocracia para medir el diámetro de un árbol en pie.

Herbario. Colección de especímenes secos de plantas, montados entre cristales, libros o papeles y catalogados y ordenados sistemáticamente.

Mejora del rodal. Todas aquellas cortas que no forman parte de la operación o aprovechamiento principal del rodal y que se efectúan durante su existencia con el propósito de mejorarlo en cuanto a composición, condición o compás de crecimiento.

Incremento. Aumento ya sea en diámetro, área basimétrica, altura, volumen, calidad o valor de árboles individuales o de rodales en relación con el tiempo.

Incremento periódico. Crecimiento de un árbol o de un bosque en cualquier período específico dado, por lo común diez o veinte años.

Influencias del bosque. Todos los efectos que la presencia de un bosque ejerce sobre la salud, el clima, el suelo, el régimen de aguas y las condiciones económicas.

Entreplantar. Sembrar árboles jóvenes entre la vegetación arbórea existente ya sea de origen artificial como natural; aplícase también a la siembra de terrenos parcialmente ocupados por malezas.

Intolerance. The incapacity of a tree to develop and grow in the shade of and in competition with other trees.

Introduction. To bring an exotic plant or animal into a region where it is not native.

Knot. That portion of a branch which has become incorporated in the body of a tree.

Level, Abney. A hand surveying instrument, designed to measure angles of elevation or depression. It consists of a square sighting tube fitted with a spirit level mounted on a semicircular scale graduated either in degrees, percentages, or feet rise per chain. It is used by foresters to measure tree heights, differences in elevation, and road and trail gradients.

Lumber, green. Lumber, the moisture content of which is greater than air-dried lumber. Unseasoned lumber.

Management, range. The regulation, direction, and control of range land use, with the object of using the grazing resources to the fullest extent possible, consistent with other land uses.

Method, coppice. A method of renewing the forest in which reproduction is by sprouts. Syn. Sprout method.

Method, reproduction. An orderly procedure or process by which a forest is renewed or established either naturally or artificially. Syn. Regeneration method . The following standard methods may be distinguished through many modifications are found in practice: Clearcutting with artificial reproduction; clearcutting with natural regeneration; coppice; coppice with standards; seed tree; selection; and shelterwood.

Intolerancia. Característica inherente de algunas especies forestales incapaces de sobrevivir, crecer y desarrollarse bajo la sombra de otras especies o en competencia con ellas. En general, la copa de los árboles intolerantes es abierta, de follaje escaso, dejando penetrar mucha luz al suelo. En la lucha por la vida los intolerantes crecen ligero, tratando de llegar hasta la luz; si no lo hacen son dominados por los que resisten la sombra.

Introducción. Acción de traer plantas o animales exóticos a una región donde no los había previamente.

Nudo. Discos de madera más dura y compacta que se encuentran incrustados en el cuerpo del tejido leñoso como resultado de alguna rama que fué rodeada por los crecimientos anuales del tronco sin soldarse por completo a las capas formadas por la rama.

Clinómetro Abney. Instrumento de bolsillo, usado en reconocimientos topográficos. Mide ángulos de elevación o depresión y consiste de un tubo de percepción ajustado a un nivel de burbuja montado en una escala semicircular graduada en porcientos, grados o pies de elevación por cadena. Los dasónomos lo usan con frecuencia para medir la altura de los árboles, las diferencias en elevación y los declives en carreteras y caminos.

Madera verde. Madera cuyo contenido de humedad es mayor que el de la madera secada al aire. Madera sin secar.

Ordenación de pastos. La regimentación, dirección y control del uso del terreno de apacentamiento, con el objetivo de utilizar los recursos de pastos en el mayor grado o extensión posible en consonancia con los demás usos de las tierras.

Método de tallar simple. Método para renovar el monte (bosque) por el cual la reproducción se logra por brotes o chupones. Este método se emplea cuando las especies del rodal en su mayoría poseen la facultad de reproducirse por yemas latentes o adventicias del tocón ó de las raíces superficiales.

Método de beneficio (régimen de beneficio, método de reproducción o método de regeneración.) Método de reproducción mediante procedimiento o tratamiento ordenado, por el cual un monte (bosque) es renovado o establecido, natural o artificialmente. El método es aplicable al final de la vida del monte o al final del turno. Cuando es necesaria la regeneración artificial ésta se efectúa por medio de la siembra de semillas o de plantones. En caso de reproducción natural las clasificaciones principales de este método incluyen: (1) los métodos de monte bajo que se componen a su vez de dos categorías: método de tallar simple y método de tallar con resalvos y (2) los métodos de monte alto que comprenden dos clases principales; cortas totales y cortas parciales. Las cortas totales pueden ser a hecho ó con árboles padres y las parciales incluyen las cortas uniformes y el método de selección.

Method, seed tree. Removal of the mature timber in one cut, except for a small number of seed trees left singly or in small groups. Called a group cutting when the seed trees are left in groups; also a reserve cutting when specially selected seed trees are left for growth as well as to furnish seed.

Method, selection. Removal of mature timber, usually the oldest or largest trees, either as single scattered trees or in small groups at relatively short intervals, commonly 5 to 20 years, repeated indefinitely, by means of which the continuous establishment of natural reproduction in the stand is encouraged and an unevenaged arrangement of ages is maintained.

Method, shelterwood. Removal of the mature timber in a series of cuttings, which extend over a period of years equal usually to not more than one-quarter and often not more than one-tenth of the time required to grow the crop, by means of which the establishment of natural reproduction under the partial shelter of seed trees is encouraged. Syn. Uniform method; compartment method. In theory the series of shelterwood cuttings is divided into three parts as follows:

1- Preparatory cuttings, which fit the stand for its regeneration by the removal of dying and defective trees and undesirable species, and prepare the seedbed and encourage seed production.

2- Seed cutting, which further opens the stand, before seeding takes place, to make available the amount of light and heat that the expected seedlings will require.

3- Removal cuttings, which gradually remove the remainder of the mature stand which after establishment of reproduction retards the development of young trees. The final cutting is the last of the removal cuttings.

Mistletoes. Any of a number of segmented, flowering plants of the family Loranthaceae; parasitic on trees and other woody plants.

Moth, bark. Any moth of the genus Lasperyesia, family Torticidae, the larvae of which mine in the bark and cambium of coniferous and hardwood trees.

Método de las cortas totales con árboles padres. Bajo este método el área sometida a aprovechamiento es talada, dejando en pie árboles diseminados o en grupos (árboles padres) con el fin de que produzcan semilla para la reproducción natural. Se le llama cortas en grupos cuando se dejan los árboles padres en pequeños grupos con el fin de disminuir los peligros del viento y cortas con árboles en reserva cuando los árboles se dejan no sólo para asegurar la reproducción sino para proporcionar madera de mayor dimensión que la que tenían cuando se efectuó la corta.

Método de selección. Método de reproducción de cortas parciales en las que se van cortando los árboles mayores y de más edad ya estén diseminados o en grupos pequeños. El aprovechamiento se efectúa en intervalos cortos, comúnmente entre 5 y 20 años, repetidos indefinidamente. En esta forma se logra el establecimiento continuo de nueva reproducción natural y se produce y conserva un bosque irregular de edades múltiples.

Método de cortas de abrigo (de cortas uniformes). Método de beneficio en el cual los aprovechamientos se hacen por una serie de cortas parciales que van substituyendo gradualmente la masa forestal existente, por una nueva generación. Estas cortas son esencialmente aclaradoras y ocupan no más de un cuarto y a menudo no más de una décima parte del tiempo que se necesita para obtener la cosecha forestal. Por este método se facilita la reproducción natural bajo el abrigo parcial de los árboles padres. Es aplicable con preferencia a rodales regulares, aunque puede emplearse también en rodales irregulares donde predominen las clases de edad aprovechable. En teoría la serie de cortas de abrigo puede dividirse en tres partes:

1- Cortas preparatorias, que tienen por objeto capacitar el rodal para su regeneración al extraer los árboles decrépitos y defectuosos y las especies indeseables, al crear en el suelo condiciones favorables a la germinación y al estimular la producción de semillas.

2- Cortas diseminatorias, que sirven para abrir más el rodal antes de la caída de la semilla y para proporcionar la luz y el calor que han de necesitar los arbolitos de la nueva generación.

3- Cortas definitivas, que tienen por objeto la liberación del nuevo rodal, dándole la entera posesión del suelo. La última de estas cortas se llama la corta final.

Muérdagos. Plantas parásitas, perennifolias, de la familia de las lorantáceas, que viven sobre los troncos y ramas de los árboles. Sus tallos se dividen desde la base en varios ramos, desparramados, ahorquillados, cilíndricos y divididos por nudos, armados de púas pequeñas.

Falena de la corteza. Falenas del género Laspeyresia, de la familia Tortricidae cuyas larvas minan la corteza y el cambium de las coníferas y de los árboles de maderas duras.

Moth, tussock. Any of the numerous dull-colored moths of the family Lymantriidae having hairy caterpillars with conspicuous tufts of hair.

Mulch. To spread any substance, such as straw upon the ground to protect the roots of plants or seedlings in nurseries from heat, cold or drought.

Mycorrhiza. A rootlet of a higher plant modified through integral association with a fungus to form a constant structure which differs from either component but is attached to the root system and functions somewhat as a rootlet.

Node. The part (often swollen) of a stem from which normally arises a leaf or whorl of leaves.

Nut. An indehiscent one-seeded fruit with a hard woody pericarp, and developed from an inferior, several to many carpelled ovary.

Outcrop. Bedrock projecting through the overlying mantle rock.

Overcut. The cutting of a quantity of timber in excess of the annual or periodic cutting budget.

Ovule. The cell which after fertilization becomes the seed.

Parenchyma. In wood anatomy, tissue primarily active in storage and distribution of carbohydrates; cells mostly short with numerous simple pits. Usually in two systems: (1) vertical, or axial (wood parenchyma or xylem parenchyma), composed of single cells (fusiform wood parenchyma cells) and (or) cell-series (wood parenchyma strands, each of which usually corresponds in height to its cambial initial; and (2) horizontal, or radial (ray parenchyma) radially disposed and comprising part or all of the wood ray.

Pepo. A fleshy or succulent fruit, often of large size, formed from an inferior, syncarpous ovary, and containing many seeds.

Perforation, simple. In wood anatomy, a single, and usually large, oval to circular opening in the perforation plate.

Periderm. In wood anatomy, a protective layer of tissue which forms in the epidermis, immediately below it, or in deeper-lying bark tissues.

Phellogen. In wood anatomy, the innermost layer of the periderm.

Falena limántrida. Cualquiera de las numerosas mariposas nocturnas de colores obscuros y apagados, de la familia Lymantriidae cuyas orugas son peludas con conspicuos ramilletes de pelos. Sin. falenas de penacho.

Acolchar. Desparramar una substancia, como la paja, sobre el suelo para proteger las raíces de las plantas o semillones en los viveros contra la acción adversa del calor, del frío o de la sequía.

Micorriza. Raicilla de las plantas vasculares modificadas por la asociación integral con un hongo cuyos filamentos la envuelven para formar una estructura constante que difiere de los dos componentes individuales pero está adherida al sistema radical y funciona como una raicilla compleja por donde penetran a la raíz las substancias nutritivas.

Nudo. La parte (a menudo abultada) de un tallo de donde emergen normalmente hojas, yemas y ramas.

Nuez. Fruto indehiscente, monospóreo, con pericarpio duro, nuculanio, con las valvas del endocarpio separables.

Afloramiento. Filón, capa o masa de la roca madre que se asoma a la superficie del terreno.

Sobrecorta. La corta de madera en exceso a lo estipulado en el presupuesto de corta anual o periódico.

Ovulo. Célula que después de fertilizada da lugar a la semilla.

Parénquima. En anatomía de maderas, el tejido encargado de almacenar y transportar los hidratos de carbono. Las células son por lo general pequeñas con numerosas puntuaciones simples. Usualmente se divide en dos sistemas: (1) vertical o axial (parénquima leñoso o xilémico) compuesto de células simples (células del parénquima leñoso fusiforme) y (o) series de células (estrías de parénquima leñoso) cada una de las cuales por lo general corresponde en altura con su célula inicial del cambium; y (2) parénquima horizontal o radial que constituye parte o el todo del radio leñoso.

Pepónide. Fruto carnoso, suculento, casi siempre grande, que se forma de un ovario inferior, sincárpico y contiene muchas semillas.

Perforación simple. En anatomía de maderas es la abertura única, casi siempre grande, más o menos redondeada, que existe en el área de perforación.

Peridermo. En anatomía de maderas se refiere al conjunto de tejidos secundarios (felógeno y felodermo) del tallo, formados en el límite del corcho, a expensas de la corteza de la planta.

Felodermo. En anatomía de maderas, es la capa más interna del peridermo, es engendrada por el felógeno y contribuye al engrosamiento de la corteza.

Porosity, soil. The degree to which the soil mass is permeated with pores or cavities, expressed in percent of the volume of the soil unoccupied by solid particles.

Preservative. A chemical substance which when suitably applied to wood, makes it resistant to attack by fungi, insects, or marine borers.

Profile, soil. A vertical section of the soil through all its horizons and extending into the parent material.

Properties, mechanical. Those properties inherent in wood which determine its capacity to resist the action of applied forces that tend to change its size and shape.

Pruning, natural. The natural death and fall of branches from standing trees resulting from such causes as deficiency of light, decay, snow, and ice. Syn. Self-pruning.

Pulp, wood. Mechanically ground or chemically digested wood used in the manufacture of paper and allied products; bleached and purified chemical wood pulp is also widely employed for rayon and other chemical uses.

Ray, heterogeneous. A xylem ray composed of cells of different morphological types; typically, with the cells of the multiseriate part radially elongated and those of the uniseriate parts vertically elongated or square. (Note: In conifers the term is sometimes applied to rays composed of ray tracheids and ray parenchyma.)

Rain-forest. Dense, usually tall forest growing in a region of heavy rainfall, no long dry season, fresh ground water, low altitude and with a high and constant temperature. It is usually evergreen and broad-leaved.

Porosidad edáfica. En edafología esta propiedad expresa hasta qué grado está el suelo provisto de poros o cavidades y se determina a base del por ciento del volumen total que ocupa el volumen del espacio libre de partículas sólidas.

Preservativo. Substancia química que cuando se aplica a la madera la hace resistente al ataque de hongos, insectos o taladradores marinos. La protección que suministra el preservativo se debe al efecto tóxico o repulsivo de estas substancias que hace que los agentes patógenos no ataquen la madera.

Perfil edáfico. Sección vertical del suelo que incluye todos los horizontes hasta llegar a la roca madre.

Propiedades mecánicas. En xilología, se refiere a aquellas propiedades inherentes a la madera, las cuales determinan su capacidad y habilidad para resistir fuerzas externas que se aplican y que tienden a alterar o cambiar su forma y tamaño. A estas propiedades se debe en gran parte la capacitación de una madera para construcciones, ebanistería y demás usos. Entre las propiedades mecánicas de la madera se encuentra la elasticidad, la resistencia a la compresión, la dureza, la repercusión, etc.

Desramazón natural. La muerte y caída natural de las ramas de árboles en pie debido a tales causas como falta de luz, podredumbre y azote de las inclemencias del tiempo. Sin. poda natural.

Pasta de madera. Madera triturada mecánicamente o digerida químicamente para ser usada en la fabricación de papel y productos derivados. La pasta de madera debidamente blanqueada y purificada por procesos químicos se usa extensamente en la fabricación de rayón y demás.

Radio heterogéneo. Radio del xilema compuesto de células de tipos morfológicos diferentes. Típicamente, tienen las células de la parte multiseriada alargada radialmente y las de la parte uniseriada alargadas verticalmente o cuadradas. (Nota: En las coníferas, este término se usa a veces para designar los radios compuestos de traqueidas radiales y parénquima radial.)

Bosque pluvial o higrofítico. En ecología, se refiere al bosque denso, que crece por lo general en regiones de elevada precipitación donde no existe una época de sequía prolongada, situadas a poca elevación y donde impera una temperatura alta y constante. En los trópicos este tipo de vegetación es alto, exuberante, complejo y representa la formación óptima con todas las condiciones favorables: terreno bien drenado y con humedad disponible durante todo el año; suelo profundo y permeable y localidad al abrigo de vientos fuertes. Este bosque consta por lo regular de tres o cuatro estratos arbóreos con alturas de:(1) 40-60 metros (2) 24 metros aproximadamente, (3) 14 metros y (4) los arbustos de menos de 10 metros.

Reproduction, artificial. The renewal of a forest by direct seeding or planting. Syn. Reforestation.

Reproduction, natural. The renewal of a forest by self-sown seeds or by sprouts. Syn. Regeneration.

Resins. A class of inflammable, amorphous, vegetable substances secreted by certain plants or trees, and characterizing the wood of many coniferous species. They are oxidation or polymerization products of the terpenes, and consist of mixtures of aromatic acids and esters.

Resources, natural. Those potentially useful materials, forces, capacities, or conditions provided by nature.

Ring, annual. The growth layer of one year, as viewed on the cross section of a stem.

Rot, red. A decay with a reddish or reddish-purple incipient stage.

Rot, white. Decay in which the causal fungi tend to remove more lignin than cellulose from the wood, leaving behind a generally whitish cellulose complex; in some instances, the fungi concentrate their attack on the cellulose but bleach the residual substance to a whitish color.

Samara. An indehiscent one-seeded fruit provided with a wing.

Seed-coat. The testa, several layers of cells in thickness, derived from the integuments of the ovule. The cover or covering of the seed.

Shake. A lengthwise separation of wood, which usually occurs between and parallel to the growth layers.

Shrinkage of wood. The contraction of wood caused by drying the material below the fiber-saturation point. Shrinkage values are usually expressed as a percentage of some specific dimensions (or the volume) of the wood when green.

Shrub. A woody perennial plant differing from a perennial herb by its persistent and woody stems and from a tree by its low stature and habit of branching from the base.

Reproducción artificial. Regeneración de un bosque por medio de la siembra directa o la plantación. Sin. reforestación, regeneración artificial.

Reproducción natural. La regeneración natural o de por sí de un bosque como resultado de la diseminación natural de los árboles constituyentes o por los retoños o vástagos de las cepas. Sin. Regeneración natural.

Resinas. Una clase de substancias vegetales inflamables y amorfas, producto de la oxidación o polimerización de los terpenos. Consisten de una mezcla de ácidos aromáticos y ésteres que fluyen de las plantas naturalmente o por incisión de la corteza y frutos de algunos árboles.

Recursos naturales. Aquellos materiales, fuerzas, capacidades o condiciones potencialmente utilizables provistas por la naturaleza.

Anillo anual. En anatomía de maderas es una zona de crecimiento de un año, según se ve en la sección transversal del tallo.

Pudrición roja. Tipo de pudrición producida por himenomicetos cuyas hifas disuelven la celulosa de los elementos histológicos dejando en ellos los elementos lignificantes que toman un color rojo parduzco.

Pudrición blanca. Tipo de pudrición producida por la acción del micelio de algunos himenomicetos en el tejido leñoso. Las hifas del hongo segregan un fermento que disuelve las substancias lignificantes de las paredes de los elementos leñosos convirtiéndolas en un complejo celulósico blancuzco, transformándose la madera en una masa blanca.

Sámara. Fruto monocárpico indehiscente, con el pericarpio prolongado en forma de aleta.

Testa. Capa exterior de las semillas que se deriva de los integumentos del óvulo.

Colaina o acebolladura. Defecto de la madera que consiste en haberse desunido longitudinalmente dos capas contiguas de las varias anuales que forman el tejido leñoso.

Encogimiento de la madera. La contracción de la madera que se origina al secar el material más allá del punto de saturación de la fibra. El grado de encogimiento se expresa por lo general como un porciento de alguna de las dimensiones específicas (o del volumen) de la madera cuando era verde.

Arbusto. Planta leñosa, generalmente ramificada desde el suelo y no mayor de cinco metros de altura.

Site. An area, considered as to its ecological factors with reference to capacity to produce forests or other vegetation; the combination of biotic, climatic and soil conditions of an area.

Seeding, broadcast. Method of establishing a forest artificially by sowing over the entire area.

Slash. Branches, bark, tops, chunks, cull logs, uprooted stumps, and broken or uprooted trees left on the ground after logging; also, large accumulation of debris after wind, or fire.

Soil, brown forest. Soils with dark brown surface horizons, relatively rich in humus (mull) grading through lighter colored soil into the parent material, and characterized by slightly acid reaction, little or no illuviation of iron and alumina, and a moderately high content of calcium in the soil colloids. Developed under the deciduous forest in temperate humid regions from parent material relatively rich in bases.

Soil, podzolic yellow. Soil having thin organic and organic-mineral layers over a grayish-yellow leached layer that rests on a yellow horizon; developed under the coniferous or mixed forest in a warm-temperate moist climate.

Species. A group of individuals with so many characteristics in common as to indicate a very high degree of relationship and a common descent.

Stamen. A male floral organ which bears pollen grains.

Stand. An aggregation of trees occupying a specific area and sufficiently uniform in composition (species), age arrangement, and condition as to be distinguishable from the forest on other adjoining areas.

Stigma. The distal end of the style, more or less enlarged, on which the pollen grains alight and germinate.

Style. The usually attenuated portion of the pistil connecting the stigma with the ovary.

Estancia (estación). Unidad fundamental del medio estacional considerada según los factores ecológicos con referencia a su poder generativo arbóreo. Area en la cual se consideran la suma de factores que constituyen el medio ambiente de una masa vegetal. No debe usarse el término localidad pues éste se refiere sólo a geografía (distribución).

Siembra a voleo (siembra total). Método de establecer artificialmente un bosque por el cual la semilla se distribuye sobre todo el área que se va a repoblar.

Broza. Conjunto de despojos de corta tales como ramas, corteza, tocones, árboles rajados o desarraigados y demás desperdicios que quedan sobre el terreno después de las cortas; también, gran acumulación de despojos después del azote del viento o el fuego.

Suelo pardo forestal. Suelo que posee horizontes superficiales color pardo obscuro, relativamente rico en humus, tornándose gradualmente más claro según se acerca a la roca madre. Se caracteriza por una reacción ligeramente ácida, poca o ninguna iluviación de hierro o alúmina y con un contenido en calcio moderadamente elevado en los coloides edáficos. Se desarrolla principalmente bajo los bosques caducifolios de las regiones templado-húmedas y proviene de rocas madres relativamente ricas en material alcalino.

Suelo podsólico amarillo. Suelo constituído por capas orgánicas y orgánico-minerales delgadas, sobre una capa amarillo-grisácea lavada, que descansa sobre un horizonte amarillo. Se desarrolla bajo los bosques de coníferas o bajo los bosques mixtos, en climas templado-cálidos y húmedos. Equivalente de los suelos amarillos.

Especie. Grupo de seres organizados que descienden unos de otros o de padres comunes y los que se parecen tanto como ellos se parecen entre sí.

Estambre. El órgano masculino de la flor. Cada estambre consta de tres partes: (1) el filamento, que es la porción ordinariamente filiforme y delgada; (2) la antera que es la parte terminal y ensanchada del filamento y (3) el polen que son los granos internos de la antera que constituyen los elementos sexuales masculinos de la planta.

Rodal. Toda parte del monte que se diferencia de su contiguo por las especies que forman su vuelo (composición), edad, calidad y estado.

Estigma. Cuerpo glanduloso situado en el extremo superior del pistilo y destinado a recibir el polen.

Estilo. Porción delgada del pistilo que conecta el estigma con el ovario en la flor.

Succession. The progressive development of the vegetation towards its highest ecological expression, the climax. The replacement of one plant community by another.

Tracheid, vasicentric. In wood anatomy, a short, irregularly-formed tracheid immediately adjacent to a vessel; when abundant, not disposed in definite longitudinal rows or series.

Umbel. An indeterminate, convex or flat-topped (umbrella-shaped) inflorescence in which the rays or the pedicels of the cluster arise from a common point, the outer flowers blooming earliest.

Vessel. In wood anatomy, a vertical series of cells that have coalesced and formed an articulated, tubelike structure of indeterminate length and whose pits to congeneric elements are bordered.

Veteran. An old tree; sometimes used to denote a tree remaining from a former stand.

Warp. Any variation of a board from a true or plane surface. It includes bow, crook, cup, or any combination thereof.

Sucesión. Proceso por el cual unas sinecias sustituyen a otras; el desarrollo de una sere, que consiste en el cambio progresivo de la vegetación hacia su máxima expresión ecológica; la clímax.

Traqueida vasicéntrica. En anatomía de maderas es una traqueida corta, formada con irregularidad y situada en inmediata proximidad a los vasos; cuando son muchas no forman ni hileras ni series longitudinales definidas.

Umbela. Inflorescencia sencilla indefinida en la que todos los pedúnculos nacen de un mismo punto del tallo y se desprenden radicalmente hasta la misma altura; las flores más externas florecen primero.

Vaso. En anatomía de maderas se refiere a una serie vertical de células que se han fusionado para formar una estructura tubular articulada, de largo indeterminado y cuyas puntuaciones a los elementos congéneres son siempre areoladas.

Veterano. Arbol viejo; a veces se usa este término para designar al árbol que queda donde existía previamente un rodal.

Alabeo. Cualquier desviación de la superficie de una tabla que deja de ser plana y recta. Incluye los siguientes vicios o defectos de la madera: la falca, la encorvadura o comba, el acopamiento y cualquier combinación de éstos.

## Supplementary Bibliography
## (Bibliografía Adicional)


44. Sapriza Vera, Ciro. Arbolado de las Carreteras. Uruguay, Ministerio de Ganadería y Agricultura. Sección Forestal, Folleto núm. 56. 1941.

45. Venezuela, Ministerio de Agricultura, Dirección Forestal y de Conservación de Suelos. La Erosión de los suelos, sus Causas y sus Daños. 1947.

46. Hunt, George M. and Garratt, George A. Wood Preservation. 1938.

47. Koehler, Arthur. The Properties and Uses of Wood. 1924.

48. Roth, Filibert. Forest Regulation. 1914.

49. El Salvador, Instituto de Asuntos Inter-Americanos, División de Salud Pública y Saneamiento. Investigación Preliminar de las Posibilidades de Conservación del Suelo y del Agua en El Salvador. 1946.

50. Tiemann, H. D. Wood Technology, Constitution, Properties and Uses. 1942.

51. Cid y Bergman, M. La Resinación como una industria de porvenir para México. Separata del Boletín Bimestral de la Dirección General Forestal y de Caza. Vol. 3 núm. 2 México. Marzo-Abril 1942.

52. Weaver, J. E., Clements, F. E. - Plant Ecology. 1938.

53. Record, S. J. The Mechanical Properties of Wood. 1914.

54. Carmelich J. N. F. Instrucciones para el Cultivo del Eucalipto. Separata del Almanaque del Ministerio de Agricultura, Argentina. 1945.

55. Argentina, Ministerio de Agricultura de la Nación, Dirección Forestal. Instrucciones Prácticas para el Cultivo del Eucalipto. Publicación Miscelánea núm. 196. 1945.

56. Martin, R. R. Contribución al estudio del Cedro Misionero. Argentina Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección General de Tierras y Bosques, Publicación Miscelánea núm. 232. 1946.

57. Tortorelli, L. A. Las Maderas Argentinas en la Industria Aeronáutica. Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección Forestal, Publicación Técnica núm. 1. 1945.

58. Carretero, R. V. Un Método Económico para Preservar Postes. Separata del Almanaque del Ministerio de Agricultura, Argentina. 1945.

59. Beard, J. S. Climax Vegetation in Tropical America. Separata de Ecology, Vol. 25, núm. 2, abril. 1944.

60. Burtt Davy, J. The Classification of Tropical Woody Vegetation-Types. Imperial Forestry Institute, Institute Paper no. 13. Oxford, 1938.

61. Latyina, E. Resultados Preliminares de Ensayos de Resistencia a la Compresión, Fracción y Flexión Efectuados con Maderas del País. Separata de Lilloa 3:81-209. Dic. 1938.

62. Lebedeff, N. Contribución al Conocimiento de los Bosques en la República Argentina. Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección de Tierras, Publicación núm. 2. Algunas observaciones sobre los Bosques Chaqueños. Argentina 1933.

63. Santos Biloni, J. El Bosque Ribereño Bonaerense del Plata, el Tipo "Montaraz" de Spegazzini II. Separata de la Revista Geográfica Americana. Núm. 21:313-318. Junio 1944.

64. Meyer, H. A. Un Método Experimental para Determinar el Crecimiento de los Bosques. Sobretiro del núm. 6 del Boletín del Departamento Forestal y de Caza y Pesca. México, 1937.

65. Kubiena, W. Suelo y Formación del Suelo desde el Punto de Vista Bilógico. España, Instituto Español de Edafología, Ecología, y Fisiología Vegetal. 1944.

66. Peña, J. Los Montes Públicos y Privados. España Ministerio de Agricultura Conferencias de Radio. 1945.

67. Caño, J. Ensayos de Silvicultura en "Santa Cruz Porrillo" para la Determinación de Especies Aptas para la Reforestación de la Zona Basal del País. El Salvador, Anales del Instituto Tecnológico Vol. 1 núm. 1. 1944.

(Continuación de la página 14)

Decay of Timber and its Prevention. K. St. G. Cartwright. 1946. (La Podredumbre de la Madera y cómo evitarla). Discute las causas de la podredumbre, la técnica a emplear para examinar la madera infestada, efectos del ataque de hongos a la madera y los métodos de preservación. La conservación de la madera en estado utilizable es de importancia económica y nacional.

## Folletines

The Geography of the Coffee Industry of Puerto Rico. D. S. Campbell, University of Chicago, 1947. (La Geografía de la Industria Cafetalera de Puerto Rico) El objetivo primordial de esta disertación es proveer tan exactamente como fuéra posible un análisis geográfico de los problemas de la industria cafetalera de Puerto Rico. Se describe y explica la localización de la industria cafetalera y la inter-relación entre la industria y el resto de la isla. Resume los problemas de la zona cafetalera y desarrolla las bases para una política de utilización de tierras.

Report of the International Timber Conference held at Czechoslovakia in 1947. Food and Agriculture organization of the United Nations. Wash. June 1947. (Informe de la Conferencia Internacional sobre Madera efectuada en Checoslovakia en 1947. La Europa de la postguerra se confronta con un agudo problema maderero. Frente a las demandas de madera cada día crecientes se encuentra un abastecimiento escaso. Esto trae como resultado una reconstrucción lenta obstaculizada por los problemas sociales que engendra la falta de viviendas. En la Conferencia se discutió la manera cómo debe afrontarse el problema y este folleto contiene sus recomendaciones.

Managing the Small Forest. Forest Service, Soil Conservation Service. May 1947. (Ordenando un Bosque Pequeño). Servicio Forestal de Estados Unidos. Este folleto contiene en síntesis y claramente expuesto al lego todo lo que es preciso saber para obtener los mejores rendimientos presentes y futuros de un pequeño bosque. Incluye entre otras cosas todas las prácticas a realizarse, los métodos para mejorarlo y para la corta y acarreo.

Apontamentos de Silvicultura. Dr. A. de Queiroz Telles. Sao Paulo 1922. (Escrito en portugués). Ligeras nociones de selvicultura desde las prácticas de vivero hasta la siembra definitiva en el campo. Contiene la descripción de las especies forestales más generalizadas en Brasil entre otras las acacias, canelas, casuarinas, cedro, eucaliptos y los pinos.

Hydrological Research in South African Forestry. C. L. Wicht. Union of South Africa, British Empire Forestry Conference. Great Britain 1947.

(Continúa en la página 52)

# BRAZILIAN SUBSTITUTES FOR GUTTA PERCHA

Eugene F. Horn
Production Manager
Compañía Comercial
Amazonia, S.A.
Brazil

Gutta percha and the various varieties of Balata are organic substances whose base is a complex hydrocarbon called gutta $(C_{10}\ O_{16})^n$ similar to rubber. Unlike rubber they are only slightly elastic although they are very plastic when heated. After vulcanizing they are used for a wide variety of industrial products. Many leather substitutes such as soles for shoes and transmission belts, are manufactured from this material. They furnish excellent insulating material and are also used for golf balls. Some of the Brazilian Balatas contain a wax which is used as a substitute for chicle in the manufacture of chewing gum. They are obtained from the latex of various species of the Sapota family (Sapotaceae). Gutta percha is produced by several species of the genera Palaquium and Isonandra of the East Indies and the Malay Peninsula. Commercial grades of gutta percha contain from 72 to 86 per cent of gutta. Commercial grades of Brazilian Balata contain from 25 to 87 per cent of gutta as shown by analysis presented in the following table:

Table 1.—Analysis of Brazilian Balatas by "Laboratorio Rosas" Manaos, Brazil.

| | Gutta % | Proteins % | Resins % | Impurities % | Ash % | Moisture % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Balata verdadeiro | 49.2 | 43.5 | 3.8 | 1.0 | .6 | 1.9 |
| Balata Massaranduba | 25.7 | 53.7 | 3.3 | 14.4 | .7 | 2.2 |
| Balata Rosada | 76.6 | 6.3 | 7.2 | 4.5 | .7 | 4.7 |
| Balatinha | 74.9 | 8.1 | 6.9 | 4.4 | .6 | 5.1 |
| Coquirana | 55.1 | 4.5 | 37.1 | 1.1 | 1.0 | 1.2 |
| Abiorana Branca | 87.0 | 3.3 | 3.8 | 2.2 | .7 | 3.0 |
| Abiorana | 82.1 | 6.7 | 4.3 | 3.1 | .6 | 3.2 |

Brazilian balatas are frequently adulterated by the addition of the latex of certain species of Manilkara (M. excelsa and others), Ponteria (P. caimito) and (P. paraensis), Couma (C. guianensis and C. macrocarpa), Malouetia tamanguarina, and Parahancornia amapa. Balata verdadeira is obtained by coagulating the latex of Manilkara bidentata which occurs on the lower slopes of Paracaima Mountains which form the boundary between

Brazil and Guianas, and in the upper basin of the Rio Branco. The latex is obtained by making V-shaped or zig-zag incisions up the trunk of the tree to the lowest branches. The thick latex is coagulated in tin basins and then pressed into sheets about one centimeter in thickness which are dried in the sun until they attain the consistency of hide glue. The sheets, which are reddish brown in color, are rolled into bundles which resemble leather in appearance. This was the first balata extracted in Brazil and its excellent insulating and adhesive properties have long been known. Commercial grades of balata contain from 48 to 50 per cent of gutta.

Balata massaranduba is obtained from the latex of Manilkara huberi which has heretofore been more noted as a timber than a balata producing tree. This species is called massaranduba verdadeiro (true massaranduba) to distinguish it from other species of Manilkara found in the same region. It is widely distributed throughout the upland forests (terra firme) of the Amazon Basin from the State of Pará westerward to the valleys of the Negro and Solimoes Rivers. The latex is obtained by felling the trees after which rings are cut about 16 inches apart through the outer and inner bark. The trunks are not turned over so that they are never ringed over 2/3 of their girth. The latex of Massaranduba is very viscous and exhudes very slowly. It commences to coagulate in the air and when the latex ceases to exhude it is scraped off into empty 5-gallon kerosene cans or other receptacles. The latex is coagulated by heating in shallow pans and is constantly stirred to avoid scorching. After most of the water has been evaporated the plastic mass is emptied into a receptacle containing cold water. The plastic gum is drawn into ropes and wound into balls or biscuits of various sizes and shapes. In the State of Amazonas the hot plastic mass is poured into small boxes 15 x 20 x 28 centimeters coated with soap on the inside and allowed to cool. These blocks, balls or biscuits vary in color from a dirty yellow to a dirty brick red on the outside and yellowish or slightly rose color in the interior. Massaranduba balata contains many organic impurities such as chips, bark, twigs and leaves, as well as sand, clay, etc. Commercial grades yield from 30 to 35 per cent of gutta.

Balata rosada is obtained by coagulating the latex of Micropholis resiniferum which occurs in the valleys of the upper tributaries of the Rio Madeira and the Rio Solimoes. The latex, which is obtained by tapping the trees, is somewhat viscous, with a slight aromatic odor and is of a light rose color. The color becomes more pronounced by coagulating with heat. It enters the market in blocks of various sizes, the interior of which are spongy and light. In this respect it differs widely from other Brazilian balatas, resembling certain gutta-perchas of the Oriente.

Balatinha is extracted from small trees called "balatinhas" (Micropholis cyrtobotrium) which occurs in the upland forests in the valley of the Rio Negro and its lower tributaries. The abundant white latex is obtained by tapping after which it is coagulated by boiling. It is also marketed in the form of blocks of irregular dimensions of a creamy rose color. On account of its color it is frequently mistaken for balata rosada, although it is much more friable in consistency and somewhat inferior in quality. In appearance and chemical analysis it resembles some of the Oriental gutta-perchas.

Ucuquirana or Coquirana is a balata extracted from Ecclinusia balata called Ucuquirana in the State of Amazonas and Coquierana in the State of Pará. This species is the most widely distributed of the balata producing trees of the Amazon basin being especially abundant in the upland forests in the valleys of the Negro, Solimoes, Tapajos and Trombetas Rivers. Although it is now the major balata-producing tree of the Amazon valley, balata from this source is destined to play a less important role in the near future owing to the wasteful practice of felling the tree to obtain the latex. It is a medium to a rather large sized tree which yields a copious latex similar to the true balata and is coagulated by boiling. It is marketed in blocks of various sizes or in large biscuits, which are of a yellowish rose color and are frequently marked with streaks of a purplish color. It is frequently adulterated with the latex of Micropholis resiniferum and Micropholis cyrtobotrium. This balata is only slightly friable and resembles some of the Oriental gutta-perchas in the composition of its resins and general appearance. The best commercial grades of Coquirana contain from 53 to 56 per cent of gutta.

Abiorana Gutta is obtained from the latex of Abiorana roxa (Pouteria sp.) which is a large tree found in the upland forests of the valleys of the Purus and Tapajos Rivers. The white, thick, slightly acid latex, which possesses a characteristic and disagreable odor, is obtained by tapping. By boiling it yields a balata of very high quality containing from 82 to 84 per cent of gutta. This species has not been exploited for the production of balata, although it offers promising possibilities.

The balata Abiorana branca is obtained from the latex of Abiorana (Pouteria lasiocarpa) which is a large tree found in the upland forests in the basins of the Tefe and Coari Rivers in the State of Amazonas. The latex is very white in color but not abundant. It is coagulated in small white blocks. Although commercial grades contain from 86 to 88 per cent of gutta it has not been greatly exploited owing to the low yield per tree.

(Traducción del artículo anterior)

## SUBSTITUTOS BRASILEÑOS DE LA GUTAPERCHA

La gutapercha y las diversas variedades de balata son substancias orgánicas cuya base es un hidrato de carbono complejo llamado guta $(C_{10}\ O_{16})^n$, similar al caucho. Contraria al caucho, son sólo ligeramente elásticas aunque son muy plásticas cuando se calientan. Después de vulcanizadas se usan en una gran variedad de productos industriales. De este material se fabrican muchos substitutos del cuero, tales como suelas de zapatos y correas de transmisión. También suministran material de aislar y bolas de golf. Algunas de las balatas brasileñas contienen una cera que se usa como substituto del chicle para la fabricación de goma de mascar. Estas substancias se obtienen de varias especies de la familia de las sapotáceas. La gutapercha se extrae de diversas especies de los géneros Palaquium e Isonandra de las Indias Orientales y de la península malaya. Los grados comerciales de gutapercha contienen de 72 a 86 por ciento de guta. Los grados comerciales de la balata brasileña contienen de 25 a 87 por ciento de guta según resultó del análisis presentado en la siguiente tabla:

Tabla 1.-Análisis de las Balatas brasileñas por el "Laboratorio Rosas" en Manaos, Brasil

| | Guta % | Proteínas % | Resinas % | Impurezas % | Cenizas % | Humedad % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Belata verdadeiro | 49.2 | 43.5 | 3.8 | 1.0 | .6 | 1.9 |
| Balata Massaranduba | 25.7 | 53.7 | 3.3 | 14.4 | .7 | 2.2 |
| Balata Rosada | 76.6 | 6.3 | 7.2 | 4.5 | .7 | 4.7 |
| Balatinha | 74.9 | 8.1 | 6.9 | 4.4 | .6 | 5.1 |
| Coquirana | 55.1 | 4.5 | 37.1 | 1.1 | 1.0 | 1.2 |
| Abiorana Branca | 87.0 | 3.3 | 3.8 | 2.2 | .7 | 3.0 |
| Abiorana | 82.1 | 6.7 | 4.3 | 3.1 | .6 | 3.2 |

Las balatas brasileñas son frecuentemente adulteradas añadiéndoles látex de ciertas especies de Manilkara (M. excelsa y otras), ponteria (P. caimito) y (P. paraensis), couma (C. guianensis y C. macrocarpa), Malouetia tamanguarina, y Parahancornia amapa. La balata verdadera se obtiene coagulando el látex de Manilkara bidentata, especie que se encuentra en las laderas bajas de las montañas Paracaima, que forman la frontera entre el Brasil y las Guayanas y en la cuenca superior del río Branco. El látex se recoge haciendo incisiones en zig-zag o en forma de V desde abajo hasta donde nacen las primeras ramas. El látex espeso se coagula en vasijas, se prensa en láminas de 1 centímetro de espesor y se dejan secar al sol hasta que adquieren determinada consistencia.

Las láminas, de color pardo rojizo se enrollan en mazos que se parecen al cuero. Este fué el primer tipo de balata que se extrajo del Brazil y hace tiempo que se conocen sus propiedades aisladoras y adhesivas. Los grados comerciales de esta balata contienen de 48 a 50 por ciento de guta.

La balata masaranduba se obtiene del látex de Manilkara huberi que hasta hoy se conocía más como especie maderera que como especie que produjera balata. Esta especie se llama masaranduba verdadera para distinguirla de otras especies de Manilkara que se encuentran en la misma región. Está ampliamente distribuída en los bosques de la llamada tierra firme de la cuenca del Amazonas del estado de Pará hacia el oeste hasta los valles de los ríos Negro y Solimoes. El látex se obtiene apeando los árboles y luego cortando anillos de 16 pulgadas de separación a través de la corteza exterior y de la corteza interior. Los troncos no se viran del otro lado por lo cual nunca se hacen los anillos en más de 2/3 partes de la circunferencia. El látex de masaranduba es muy viscoso y el tronco lo exuda muy lentamente. Se comienza a coagular en el aire y cuando deja de exudar se raspa y se recoge en latas de kerosina de 5 galones o en otros envases. El látex se coagula calentándolo en vasijas bajitas, meneándolo continuamente para evitar que se queme. Cuando se ha evaporado casi toda el agua la masa plástica se derrama en un receptáculo con agua fría. De la goma plástica se hacen sogas, bolas o galletas de varios tamaños y formas. En el estado de Amazonas la masa plástica se derrama en pequeñas cajas de 15 x 20 x 28 centímetros con una capa de jabón por dentro y luego se deja enfriar. Estos bloques, bolas o galletas varían de un color amarillo sucio a un rojo ladrillo sucio en el exterior y un color amarillo o ligeramente rosado en el interior. La balata masaranduba contiene muchas impurezas orgánicas tales como astillas, corteza, ramas y hojas a la par que arena, barro, etc. Los grados comerciales tienen de 30 a 35 por ciento de guta.

La balata rosada se obtiene coagulando el látex de Micropholis resiniferum que se encuentra en los valles de los afluentes superiores de los ríos Madeira y Solimoes. El látex, que se obtiene al hacer la incisión de los árboles es algo viscoso, con un ligero olor aromático y de un color rosa pálido. El color se hace más pronunciado al coagularlo calentándolo. Se vende en el mercado en bloques de varios tamaños, cuyo interior es esponjoso y liviano. En este respecto difiere de las demás balatas brasileñas y se parece a ciertas gutaperchas del Oriente.

La balatiña se extrae de árboles pequeños llamados balatiñas (Micropholis cyrtobotrium) que se encuentra en los bosques del valle del Río Negro y sus afluentes inferiores. El látex blanco y abundante se obtiene por incisión del árbol; luego se coagula hirviéndolo. Se vende en el mercado en forma de bloques de dimensiones irregulares de un color rosa crema. Debido a su color se confunde a menudo con la balata rosada, aunque es de consistencia más friable y algo inferior en calidad. Se parece a algunas de las gutaperchas orientales en su apariencia y análisis químico.

La ucuquirana o coquirana es una balata que se extrae del Ecclinusia balata llamado ucuquirana en el estado de Amazonas y llamada coquierana en

el estado de Pará. Esta es la más ampliamente distribuída de las especies que producen balata en la cuenca del Amazonas, siendo especialmente abundante en los bosques de los valles de los ríos Negro, Solimoes, Tabajos y Trombetas. Aunque hoy día es el árbol que más balata produce en el valle del Amazonas, la balata que se obtiene de esta fuente está destinada a jugar un papel menos importante en el futuro cercano debido a lo mucho que se desperdicia para extraer el látex. Es un árbol de mediano a bastante alto que exuda un látex copioso similar al de balata verdadero y se coagula hirviéndolo. Se vende en bloques de varios tamaños o en grandes galletas de color rosa amarillento que frecuentemente tienen estrías de color púrpura. A menudo se adultera con látex de Micropholis resiniferum y Micropholis cyrtobotrium. Este balata es sólo ligeramente friable y se parece a algunas de las gutaperchas orientales en la composición de sus resinas y en la apariencia general. Los mejores grados comerciales de coquirana contienen de 53 a 56 por ciento de guta.

La guta de abiorana se obtiene del látex de abiorana roja (Pouteria sp.) que es un árbol grande que se encuentra en los bosques de altura de los valles de los ríos Purus y Tapajos. El látex es blanco, espeso, ligeramente ácido, posee un olor característico, desagradable y se obtiene por incisión. Al hervirlo rinde una balata de muy buena calidad que contiene de 82 a 84 por ciento de guta. Esta especie no ha sido explotada para la producción de balata aunque ofrece posibilidades promisorias.

La balata abiorana branca se obtiene del látex de abiorana (Pouteria lasiocarpa) que es un árbol grande que se encuentra en los bosques de las cuencas de los ríos Tefe y Coarí en el estado de Amazonas. El látex es muy blanco pero no es abundante. Se coagula echándolo para formar bloque blancos, pequeños. Aunque los grados comerciales contienen de 86 a 88 por ciento de guta no ha sido grandemente explotado debido al bajo rendimiento por árbol.

## Résumé

Les succédanés brésiliens de la gutta-percha. La gutta-percha et les diverses varietés des balata sont des substances organiques qu'après vulcanisées s'emploient pour diverses utilizations industrielles. La gutta-percha s'extraite de quelques essences des genres Palaquium et Isonandra des Indes Orientales et la Malaisie. Dans le tableau 2 à la page 48 du texte en anglais apparaît une analyse du contenu en protéines, gutta, résines, impuretés, ceindres et humidité, des diverses balatas du Brésil, qui peuvent être utilisées comme succédanés de la gutta-percha.

Parmi les balatas les plus connues on peut citer:

1- Balata verdadeira - qui s'obtient du latéx de Manilkara bidentata, essence qui se trouve dans les pentes inférieures des montagnes Paracaima et dans les bassins supérieurs du fleuve Branca. Elle contient de 48-50% de gutta.

2- Balata massaranduba - qui s'obtient du latéx de Manilkara huberi, essence qui se trouve dans le bassin du Fleuve des Amazones, dans l'état de Para, vers l'ouest jusqu'aux vallées des fleuves Negro et Solimoes. Elle contient de 30 à 35% de gutta.

3- Balata rosada - qui s'obtient du latex de Micropholis resiniferum, essence qui se trouve dans les vallées des fleuves Madeira et Solimoes.

4- Balatinha - qui s'obtient de Micropholis cyrtobotrium dans les forêts supérieures des vallées du fleuve Negro et ses tributaires inférieures.

5- Ucuquirana ou coquirana s'obtient du latex d'Ecclinusia balata, l'essence plus abundante dans les vallées des fleuves Negro, Solimoes, Tapajos et Trombetas. Elle contient de 53 à 56 pour cent de gutta.

6- Abiorana gutta - qui s'obtient du latéx de Pouteria sp., essence qui se trouve dans les vallées des fleuves Purus et Tapajos. Elle contient de 82-84 pour cent de gutta.

7- Abiorana branca - qui s'obtient du latex de Pouteria lasiocarpa essence qui se trouve dans les bassins des fleuves Tefe et Coari. Elle contient de 86 à 88% de gutta, mais le rendement de chaque arbre est très bas.

(Continuación de la página 44)

(Investigación Hidrológica en la Dasonomía del Africa del Sur) Describe el progreso alcanzado por la Estación de Investigación de las Influencias del Bosque, establecida en Jonkershoek, Africa del Sur. Se destaca la importancia de las investigaciones sobre corrientes de agua y la necesidad de estudiar los efectos que sobre ella ejercen los distintos modos de utilizar la tierra.

Working Plan for the Budongo and Siba Forests. Uganda Protectorate. 1947. (Plan de Trabajo para los Bosques de Budongo y Siba). A la luz de los conocimientos adquiridos en el trabajo de investigación en los bosques y considerando la situación económica prevaleciente se esboza un plan para la sabia explotación y ulterior desarrollo de los bosques. El plan sigue la práctica conservadora de la ordenación forestal, controlando la corta anual para proveer un abastecimiento anual constante en el período necesario para el desarrollo de otro rodal que vaya suplantando al que se corte.

Papers presented at the Coffe Symphosium held by the American Society of Agricultural Science. College of Agriculture and Mechanic Arts, University of Puerto Rico, Mayaguez, P. R. Sept. 1946. (Ponencias presentadas en la Reunión de la Sociedad Americana de Ciencias Agrícolas, Comentarios sobre el Café). Este folleto consiste de 9 artículos que tratan de los diversos aspectos del problema cafetalero de Puerto Rico: historial de la industria, influencias benéficas sobre los recursos fluviales y madereros, problemas sociales, estudio de su suelo, aspecto económico y plagas de insectos en la zona.

The Forest, Forestry and Man. The Empire Forestry Assoc iation. Great Britain. June 1947. (El Bosque, la Dasonomía y el Hombre). Casi en todos los países el desarrollo de una conciencia forestal ha sido lento. Las razas británicas se han preocupado poco de los bosques hasta que alguna calamidad originada por la destrucción de éstos, tales como inundación, erosión o una grave escasez de madera los ha esforzado a entrar en acción. Con los innumerables usos nuevos de las maderas, las crecientes demandas y la escasez local frecuente, los problemas de los dasónomos son innumerables. Sin embargo, la ciencia forestal parece permanecer como un arcano misterio ante aquellos a quienes debe recurrir el dasónomo para lograr la debida legislación y ayuda de manera que los bosques llenen su cometido. Es principalmente a estos administradores, políticos y demás que estén interesados en la utilización de la tierra que va dirigido este folleto con la esperanza que el mejor conocimiento de la ciencia forestal les ayude a visualizar los problemas y lo que se necesita para resolverlos. También le interesará a los dasónomos pues verán en él los pasados errores en perspectiva y las tendencias actuales del progreso técnico.

(Continúa en la página 84)

# THE RESISTANCE TO DRY-WOOD TERMITE ATTACK OF SOME CENTRAL AMERICAN WOODS

George N. Wolcott
Agricultural Experiment Station
Rio Piedras, Puerto Rico

Of the various methods of preventing injury by the "polilla" or West Indian dry-wood termite, Cryptotermes brevis (Walker), the most obvious, and one very generally adopted in Puerto Rico, is by using the heartwood of West Indian mahogany, Swietenia mahagoni (L.) Jacquin, or similar termite-resistant tropical hardwoods, for furniture or interior trim. Because of the limited supply of mahogany available for importation in recent years, its price has risen so rapidly that the Puerto Rican Industrial Development Company employed Mr. F. Bruce Lamb to investigate the possibilities of other woods with the local reputation of being resistant to termite attack which are commercially available in Central America and in the northern part of South America. Those of British Guiana and of the Amazonian region of northern Brasil have already been tested against many of the woods of Puerto Rico, Hispaniola and the continental United States, as reported in the "Caribbean Forester" 7 (4): 329-36. October 1946, and all of these samples were available for test against the new samples obtained by Mr. Lamb.

Of the various woods from Central America, not one proved to be as resistant to the attack of the "polilla" as is West Indian mahogany, nor even as resistant as the gummy heartwood of West Indian pine, Pinus occidentalis Mor., from Hispaniola, and only two were as resistant as the caracolí of Santo Domingo, the "tabernau" or "tavernon" of Haiti, Lysiloma latisiliqua (L.) Benth., of which commercial quantities have recently been offered for sale to local furniture manufacturers. The "cenisero" of Nicaragua, Samanea saman (Jacq.) Merrill, and the dark greenish-brown "aguacatillo" of Panama, presumably a species of Ocotea judging by its distinctive odor of linalool, are high in the list of resistant woods, better than the guaraguao of Puerto Rico, Guarea trichilioides Sw. Practically the equivalent of guaraguao are the "guayabón" or "amarillo" of Panama, Terminalia amazonia (Gmel.) Exell., the "espavél" of Nicaragua, Anacardium excelsum (B.&B.) Skeels, and the "guanacaste" of Nicaragua, Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Gris. The "albarco" of Colombia, Carinata pyriformis Miers., reputed to have a high silicon content, is at the end of the list of those resistant to "polilla": practically the equivalent of the heartwood of Honduras mahogany, Swietenia macrophylla King or the sapwood of West Indian mahogany.

Despite their local reputation of being resistant to termite attack, the "pochote" or "cedro espino" of Nicaragua, Bombacopsis quinatum (Jacq.) Dugand, the "cedro macho" of Nicaragua, Carapa nicaraguensis C. DC., and the "Santa María" from Panama, Calophyllum brasiliense Camb., by actual test prove to be low on the list of susceptible woods and about the equivalent

of walnut, white oak and yellow poplar, or only slightly better than "laurel sabino" of Puerto Rico, Magnolia splendens Urban. Most disappointing to Mr. Lamb was the showing of "melón" of Nicaragua, a hard, clear yellow wood which he thought might be a species of Amyris, but the termites ate it readily, placing it among the most susceptible woods. It was later identified as a species of Phyllostolon.

Beside these additions to "A List of Woods Arranged According to Their Resistance to the Attack of the West Indian Dry-Wood Termite, Cryptotermes brevis (Walker)", Dr. C. H. Edmondson, of the Bernice P. Bishop Museum of Honolulu, informs me that the identifications were incorrect of two of the samples of Australian woods which he had supplied for my tests. The stinking wood which the termites would not even approach, and which was therefore immune to their attack, proves to be the Australian cypress pine, Callitris glauca R. Brown, while the correct name for that which is the practical equivalent, in its resistance to termite attack, of Honduras mahogany, Swietenia macrophylla King, is the Australian turpentine, Syncarpia laurifolia Ten. It should also be noted that what is listed as Anacardium excelsum, the "marañón" of Ecuador, beside Anacardium occidentale L., is not the same wood as the "espavel" of Nicaragua, Anacardium excelsum (B. & B.) Skeels, altho both were authoritatively identified under the same name. The termites recognize an enormous difference, and the entomologist can merely report their decision.

(Traducción del artículo anterior)

## LA RESISTENCIA DE ALGUNAS MADERAS CENTRO-AMERICANAS AL ATAQUE DEL TERMES DE LA MADERA SECA

Entre los diversos métodos de evitar el daño producido por la "polilla" o sea el termes de la madera seca Cryptotermes brevis (Walker) común en las Indias Occidentales, el más obvio y el que generalmente se emplea en Puerto Rico es el usar para la fabricación de muebles y decorado interior el duramen de la caoba Swietenia mahagoni L. Jacq. u otras maderas duras tropicales resistentes al ataque de este insecto. Debido a que recientemente ha habido escasez de caoba disponible para la importación, el precio de la misma ha subido tan rápidamente que la Compañía de Fomento Industrial de Puerto Rico empleó al señor F. Bruce Lamb para investigar las posibilidades de usar otras maderas conocidas localmente como resistentes al ataque del termes y que puedan obtenerse comercialmente de Centro-América y de la parte norte de América del Sur. Tales maderas de la Guayana Inglesa y de la región Amazónica del norte del Brazil ya han sido probadas en comparación con muchas de las maderas de Puerto Rico, Santo Domingo, Haití y Estados Unidos que aparecen en el "Caribbean Forester" Vol. 7, No. 4, pp. 329-36, de octubre de 1946 y todas esas muestras estaban disponibles para los ensayos contra las nuevas muestras obtenidas por el Sr. Lamb.

De las diversas maderas de la América Central ninguna mostró ser tan resistente al ataque de la "polilla" como lo es la caoba ni aún tan resistente como el pino Pinus occidentalis Mor. ni como el "tabernau" o "tavernon" de Haití, Lysiloma latisiliqua L. Benth de los cuales los fabricantes locales de muebles han recibido recientemente ofertas de venta en cantidades comerciales. El cenisero de Nicaragua, Samanea saman (Jacq.) Merrill y el aguacatillo de Panamá de color pardo verdoso, aparentemente una especie de Ocotea a juzgar por su olor distintivo a linalol ocupa un lugar alto en la lista de especies resistentes, mejor que el guaraguao de Puerto Rico, Guarea trichilioides Sw. Prácticamente los equivalentes de guaraguao son el guayabón o amarillo de Panamá (Terminalia amazonia (Gmel.) Exell., el espavel de Nicaragua, Anacardium excelsum (B. & B.) Skeels, y el guanacaste de Nicaragua, Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Gris. El albarco de Colombia Carinata pyriformis Miers. que tiene la reputación de contener mucha sílice está al final de la lista de especies resistentes a la polilla: prácticamente al mismo nivel que el duramen de la caoba de Honduras, Swietenia macrophylla King o de la albura de la caoba de las Indias Occidentales, Swietenia mahagoni L.

A pesar de su reputación local como resistentes al ataque del termes, el pochote o cedro espino de Nicaragua, Bombacopsis quinatum (Jacq.) Dugand, el cedro macho de Nicaragua, Carapa nicaraguensis C.DC. y el Santa María de Panamá, Calophyllum brasiliense Camb. según ensayo muestran estar abajo en la lista de maderas susceptibles y más o menos el equivalente del "walnut" "white oak" y "yellow poplar" y sólo ligeramente mejor que el laurel sabino de Puerto Rico, Magnolia splendens Urban. Lamb quedó defraudado con el melón de Nicaragua que a pesar de ser una madera dura de color amarillo claro, que él creyó ser una especie del género Amyris pero el termes se la comió fácilmente lo cual la cataloga entre las más susceptibles. Luego fué identificada como una especie de Phyllostolon.

Además de estas adiciones a la "Lista de Maderas de Acuerdo con su Resistencia al Ataque del Termes de la Madera Seca, Cryptotermes brevis Walker" el doctor C. H. Edmondson del Museo Bernice P. Bishop de Honolulú me informa que dos de las muestras de maderas australianas que él me suministró habían sido erróneamente identificadas. La madera de mal olor a la que los termes ni se acercaban y que por lo tanto era inmune al ataque no es otra que el pino ciprés de Australia, Callitris glauca R. Brown, mientras que el nombre correcto de la madera que es prácticamente equivalente a la caoba de Honduras, Swietenia macrophylla en cuanto a resistencia al ataque es la trementina australiana, Syncarpia laurifolia Ten. Debe notarse también que lo que aparece en lista como Anacardium excelsum L. no es la misma madera que el espavel de Nicaragua, Anacardium excelsum (B. & B.) Skeels aunque ambos fueron identificados con autoridad bajo el mismo nombre. Los termes reconocen una enorme diferencia y el entomólogo meramente informa su decisión.

## Résumé

Pour éviter l'attaque au bois du termite Cryptotermis brevis Walker les ébénistes de Puerto Rico emploient les bois qui sont résistants à l'attaque, par exemple le bois de coeur de Swietenia mahagoni L. Jacq. Comme l'approvisionnement de ce bois y est très limité la Compagnie de Développement Industriel de Puerto Rico avait employé les services de M. Bruce Lamb pour déterminer les possibilités d'utilization d'autres bois, qui se trouvent en quantités exploitables dans l'Amerique Centrale et dans la côte nord de l'Amérique du Sud.

Les bois de la Guinée Britanique et de la région d l'Amazone au Brésil avaient été déjà étudiés en comparaison avec les bois de Puerto Rico, Hispaniola et le Etats Unis et les résultats publiés dans le "Caribbean Forester" 7(4):329-36.

Dans les essais aucune essence était aussi résistant que le coeur de Swietenia mahagoni ou le coeur du Pinus occidentalis d'Haiti et seulement 2 étaient aussi resistants que le tavernau d'Haïti Lysiloma latisiliqua. Les ébénistes acquerront cette dernière essence car elle se trouve en quantitiés exportables en Haïti.

Les essences avec la même résistance que Guarea trichilioides Sw. étaient: Terminalia amazonia (Gmel.) Exell., Anacardium excelsum (B. & B.) Skeels et Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Gris.

Contraire à la réputation locale les essences suivantes sont susceptibles à l'attaque: Bombacopsis quinatum (Jacq.) (Nicaragua); Carapa nicaraguensis C.DC. (Nicaragua) et Calophyllum brasiliense Camp. (Panama)

Le "melon" de Nicaragua qu'on avait crû être une essence du genre Amyris était très susceptible et ayant fait la détérmination botanique prouva être du genre Phyllostolon.

## SUMMARY OF FOREST RESEARCH IN PUERTO RICO

Tropical Forest Experiment Station
Río Piedras, Puerto Rico

Each Research Region in the U. S. Forest Service makes, as most Government organizations, an annual report to the Office of the Chief in Washington. This report consists of a running account of the outstanding findings in research during the previous year and an outline of the recommended program for the next year. To this written section of the report is added an appendix made up of what are termed Project Status Sheets. Using one sheet for each so called Line Project they present in the briefest possible way the purpose, a review of work done in previous years, and accomplishments during the past year. On each annual report the accomplishments shown for the year before are further briefed and telescoped into the review of work of previous years and the new year's accomplishments then summarized. This pattern of reporting on individual projects gives a quick understanding of what was learned since the last report and has proven to be a valuable reference of all knowledge that has been gained through past research on any one subject in the field of Forest Research.

Most of the research of the Tropical Forest Experimental Station, Tropical Region, Forest Service, U. S. Department of Agriculture, has dealt with forest conditions and problems in Puerto Rico. It is believed, nevertheless, that in varying degree the data are applicable to tropical forests in the Caribbean area and adjoining countries, and in addition of interest to professional Foresters generally. Accordingly the plan is being instituted this year of reproducing the main parts of each project status sheet in the January issue of The Caribbean Forester, in both Spanish and English. As and when a Line Project or separably part thereof, has been fully studied and complete results are available, the information they contain will appear in the form of a finished article in the Caribbean Forester.

Other countries and professional foresters are invited and urged to use the pages of the Caribbean Forester for disseminating the results of their yearly research in any condensed form they choose in addition to as many regular reports or articles as they wish to contribute.

## IMPROVEMENT OF TROPICAL FOREST STANDS

Purpose: To adapt proven practices from elsewhere and to develop better methods for improving the growth rate and quality of existing natural or wild tropical forests.

Review of Past Work: Thinning of a 20-year-old plantation of Calophyllum calaba at Maricao from 165 to 101 square feet of basal area per acre accelerated mean annual diameter growth of residual trees from 0.21 to 0.30 inch the first year after thinning and yielded poles and fuelwood sold for $285.00 per acre. An improvement cutting liberating, thinning, and cleaning a young pole stand at Cambalache removed 430 trees 2 to 14 inches d.b.h., yielding 11 poles and 2.75 cords of fuelwood per acre, cost and returns $16.67 and $14.42 per acre respectively. A 0.075% aqueous solution of 2,4-D was found capable of killing vine growth but not young planted trees. Alemite spray gun, used with paint, was found satisfactory for marking trees for improvement cuttings, even in wet weather, and in dense young stands requires only half the time needed for blazing with ax or machete. At Luquillo even excessive opening of rain forest does not assure development of existing seedlings, since rapid-growing low-value trees, even from seed germinating after the cutting, may overtake and dominate desirable advance reproduction.

Accomplishments During Past Year: A second, larger-scale improvement cutting was made on 8 acres at Cambalache, removing 32 cords of fuelwood and 1,220 fence posts, and costing $336 compared with value of products of $242. Four plots were established in dense second growth in Luquillo mountains where individual tree growth will be measured for a few years before two plots are treated, thus providing before-and-after checks for concurrent subsequent growth comparisons. Weed-no-more 40 (an ester of 2,4-D) in 1 percent solution with diesel oil proved to be about as effective as the aqueous solution for killing vines.

Plans for Next Year: Second remeasurement of Calophyllum thinning plots. Further tests of 2,4-D in vine control to determine techniques for large-scale treatment.

## SILVICS OF TROPICAL FORESTS

Purpose: To determine silvical characteristics and relationships of important tree species as a basis for silviculture in natural or wild tropical forests.

Review of Past Work: Permanent individual tree-growth records have been started on more than 12,000 trees of more than 100 species, growing in 28 stands of distinct composition, structure, and site. Diameter growth is being determined by tree species, site, position in the canopy, and apparent vigor classes. In relatively undisturbed mixed lower montane rain forest, dominant trees average 0.26 inch per year in diameter growth; codominants 90% as rapidly; intermediates, 60%; and suppressed, 27%. More than 80% of the trees are intermediate or suppressed. Among dominant trees those intolerant of shade grow only slightly more rapidly than tolerant trees, yet among the suppressed the disparity in favor of the tolerant trees is greater. Underplanted seedlings, however tolerant of shade, do not make rapid height growth unless average diameter of complete opening of canopy above them corresponds to at least 50° of arc, measured from tip of tree, or an equivalent amount of light received through a thin canopy. Current annual diameter growth in a dense 20-year-old plantation of Calophyllum calaba on poor laterite soil is 0.4 inch for dominant trees, 0.3 for codominants, and 0.2 inch for intermediates. For Bucida buceras in open stands on shallow limestone soil with 30" annual rainfall growth is 0.23" for dominants. For open-grown Eucalyptus robusta trees 10" d.b.h. on laterite soil with 100" rainfall growth is .013" during last year. On seacoast sandy soil Casuarina equisetifolia planted 8' x 8' can attain average diameter of 9.5" in ten years and 15" after 20 years. In a young mixed secondary stand growing near Rio Piedras on north coast (basal area 60 sq. ft. per acre) dominants are growing an average of 0.82" in diameter per year; and average for all trees, 0.37". Swietenia macrophylla, a valuable exotic, is proving adapted to valleys and lower slopes in Luquillo mountains. Calophyllum calaba, native to lowlands, grows successfully on adverse sites in humid mountains. Similarly Montezuma speciosissima, native to coastal plain, grows well and with excellent form on slopes at 2,700 feet elevation at Toro Negro. Eucalyptus robusta and E. resinifera, both exotics, are well adapted to central mountains above 2,000 feet elevation, with rainfall of 80" - 110" annually.

Accomplishments During Past Year: Analyses of existing climatic records for the Luquillo mountains were made and showed that line between lower montane and montane rain forests here corresponds closely to 74°F annual isotherm, as determined by interpolation. Mountain tops (3,500 feet elevation) are about 10°F cooler than coast. Rainfall is three times as much as on adjacent coast, but extreme intensities are no higher. Winds of 60 m.p.h. are common on peaks. Analysis of 1937 cruise data shows average basal area in undisturbed montane rain forest in Luquillo mountains to be about 60 sq. ft. per acre. Densest stands are in west

valleys (protected from trade winds), with considerable variation from valley to valley. Most prominent tree, Cyrilla racemiflora, is most commonly found on west slopes. Palm brake, on other hand, is found chiefly in more exposed eastern valleys. Its average basal area is about 40 sq. ft. per acre and is of uniform density throughout its range of occurrence in forest. These data were similarly analyzed to determine composition of seedlings and saplings of forest, for correlation with ground cover and stand density. It was discovered that two prominent trees of montane rain forest produce growth rings in their wood. An attempt is being made to determine whether these are annual through correlation with known dates of hurricanes and comparison with plot measurements. Euterpe globosa, a prominent but nearly worthless palm in the Luquillo mountains, may not be the rapid-growing, aggressive species that was feared. A few trees, bent over by hurricane of 1928 grew only 5.2 feet in height in 18 years since they started to straighten up. A 30-acre permanent silvical plot with 5,061 trees was tagged and measured at Cambalache. Previously established silvical plots remeasured were El Verde mixed plots, casuarina in Sabana, Río Piedras mixed and pomarrosa plots, and El Verde experimental plantations. Small silvical growth plots were established in old plantations of Fraxinus sp. at Toro Negro, Cedrela mexicana at Luquillo, and Cordia allicdora at Carite. Self-recording rain gages were installed in Toro Negro Division of National Forest and in Guilarte Unit of Insular Forest.

Plans for Next Year: Analysis of plot data not yet completed. Remeasurement of all silvical plots in Luquillo mountains and analysis of individual tree growth by site, species, d.b.h., and crown class. Resurvey undisturbed natural regrowth on pasture at St. Just. Establish 1/4 acre silvical plots in Río Abajo plantations of Montezuma speciosissima, Tectona grandis, and Swietenia macrophylla.

## PLANTING STUDIES

Purpose: To adapt proven practices from elsewhere and to develop improved methods of artificial reforestation of tropical forest species.

Review of Past Work: Detailed survey of all existing plantations in Caribbean National Forest (5,782 acres) showed that on proper sites valuable species which may be successfully established or introduced by planting are in the Luquillo Division: Cordia alliodora, Manilkara nitida, Lucuma multiflora, Ocotea moschata, Swietenia macrophylla, Tabebuia pallida, Calophyllum calaba (direct seeded), and Byrsonima spicata; and in Toro Negro Division, Eucalyptus robusta, E. resinifera, Cordia alliodora, Montezuma speciosissima, and Guarea trichilioides. Exploratory planting studies have been made with 131 native and exotic tree species. Tabebuia pallida, Guarea trichilioides, and Cordia alliodora can be established with wilding stock, which, if well-rooted, shows a higher survival than nursery stock. Bucida buceras, Dacryodes excelsa, Tetragastris balsamifera, Jambosa malaccensis, Eucalyptus citriodora, and E. maculata stock survives planting well only if transplanted with a ball of earth (tar-paper pots). Swietenia mahagoni and Stahlia monosperma survive well direct-seeded under partial shade. On moist sites (100" or more rainfall annually) Prunus occidentalis, Eucalyptus robusta, E. resinifera and E. alba can be planted successfully bare rooted. Culms of good bamboo being planted require prompt planting after lifting but with care high survival can be obtained on moist sites. Nursery stock of Swietenia macrophylla and Montezuma speciosissima can be stored in wet moss as long as eight days between lifting and planting without reduction in field survival.

Accomplishments During Past Year: Experimental plantings were made on various sites with newly introduced Eucalyptus stricta, E. coriaceae, E. populifolia, E. rostrata, E. affinis, E. marginata, E. stuartiana, E. punctata, E. paniculata, E. globulus, and some hybrids. More extensive planting with Bambusa tulda, B. tuldoides, B. longispiculata and Dendrocalamus strictus was made in high Luquillo lands otherwise of little value and early indications promise high survival. Plantings of cuttings of Bambusa tulda and B. tuldoides was made on a very wet site nearby and early indications are also promising. Direct seeding of Swietenia macrophylla on dry site gave low survival, apparently chiefly due to abnormal drought. On better sites this may prove as successful as with S. mahagoni. Experimental planting of Bambusa tulda was made on rocky limestone hill at Cambalache and so far results are very promising.

Plans for Next Year: Finish survey of and report on plantations of Insular Forests. Test hybrid pines, Pinus rigida var. serotina on swampy uplands. Experimental plantings of P. caribaea, P. occidentalis and Cupressus benthami will be made particularly in the uplands. Commence survey of private plantations to determine growth and adaptability of different species.

## NURSERY STUDIES

Purpose: To adapt proven practices from elsewhere and to develop improved methods for production of quality planting stock of tropical forest trees.

Review of Past Work: Exploratory studies of 102 native and exotic trees show that almost all species need partial shade during period of germination and first month of growth. Thereafter full sunlight produces more vigorous stock. Stock growth data have been summarized from an analysis of 3,159 past nursery sowings of 48 tree species. Optimum bed spacing for Eucalyptus spp. is 6" x 6"; for Casuarina spp. 1" x 6"; and for most other species tested, 3" x 6". Seeds of Manilkara bidentata should be sown in moist leaves, as they are not sufficiently strong to push up through the soil. An aqueous solution of 0.075% 2,4-D kills herbaceous weeds (not grasses) in nursery beds with less damage to Eucalyptus resinifera, but even 0.0375% was fatal to Casuarina equisetifolia. Root system of Casuarina equisetifolia is materially improved by transplanting, which should be done when seedlings are 8 to 10 inches tall. Discontinuation of watering of Sciacassia siamea stock one month prior to lifting caused marked hardening of stock and higher field survival. Crotalaria striata is satisfactory nursery cover crop which provides good cover and abundance of organic matter in short time.

Accomplishments During Past Year: Application of lime and filter-press cake at the rate of 2 tons and 35 tons per acre respectively, corrected, at least temporarily, soil difficulties at La Catalina nursery. Control of damping off in seedlings of Casuarina was effective only with Spergon and Bordeaux mixture. Other chemicals, formalin, potassium permanganate and Zerlate were unsuccessful. Paris green mixed with wheat flour is still the most effective poison for the Puerto Rican mole cricket even when compared with DDT. Lead arsenate and lime mixture was effective in the control of the common cricket. Optimum size for transplanting Eucalyptus resinifera seedlings to beds was found to be between 2 and 4 inches. Tephrosia candida was not satisfactory as a cover crop because of slow growth. Crotalaria striata is considered the most satisfactory cover crop at this nursery.

Plans for Next Year: Continue experiments to improve shade control in nursery, tests of herbicides, and cover crops. Develop faster methods of transplanting seedlings to beds i.e. satisfactory transplant board or other device. Publication of results of propagation of Casuarina equisetifolia.

## SEED STUDIES

Purpose: To adapt proven practices from elsewhere and to develop improved methods of collection, extraction, storage, and testing of seed of the important tropical tree species.

Review of Past Work: Studies of germination and storage have been conducted with 169 native and exotic tree species. From nursery records of 11,584 sowings, including 294 tree species, data on rapidity of germination were summarized. Longevity of seeds of Swietenia macrophylla and Cedrela mexicana can be increased from three to nine months by storage at 40° F. Seed longevity of Cordia alliodora can be increased from four weeks to three months by desiccating to 25% of fresh moisture content and sealed storage at 40° F. Seed longevity of Montezuma speciosissima increases from two weeks to two months when dried to 62% of natural moisture content and stored at 40°F. Seed of Manilkara bidentata and Lucuma multiflora remains viable only one month at room temperature. Seeds of Guaiacum officinale are not mature until they turn orange. Cold storage is detrimental to retention of their viability. Low initial viability of seed of Bucida buceras (2%) is due to incomplete development of seed, and to insect attack. Concentrated sulfuric acid scarification of seed of Sciacassia siamea for 10 minutes shortens germination period from 60 to 10 days.

Accomplishments During Past Year: Seeds of 10 new species were weighed and tested, including Calycophyllum candidissimum and other species received from Soledad Gardens, Cuba. Heavy seed production was obtained from trees of Casuarina lepidophloia in Cambalache. There are few records of seed production by this species. About 500 potted seedlings were obtained from first seed lot.

Plans for Next Year: Study relationships between seed quality and parent tree in Bucida buceras and Hyeronima clusioides. Routine germination tests and weighing of available seeds of promising species not already tested. Test use of wetting agents in accelerating germination of hard seeds.

## TREE STUDIES

Purpose: To adapt proven practices from elsewhere and to develop improved methods for measurement, both before and after cutting, of the utilizable volume of trees of tropical species.

Review of Past Work: Several thousand trees measured in Luquillo mountains showed little variation by species from general average diameter-height relationship. Board-foot converting factors were developed for stakes, posts, poles, crossties, and oxyokes. Form-factor board-foot volume tables were prepared for Puerto Rican hardwoods by J. W. Girard.

Accomplishments During Past Year: With discovery that ocular estimates of tree volumes may be in error as much as 60% for a group as large as 200 trees, complete tree measurement of trunk and branches was begun for foundation of a volume table based on diameter and total height. Two-hundred-eighty-three trees have been measured in both lower montane and montane rain forest. Preliminary inspection points to possibility of making single table for both types and all species with sufficient accuracy for management planning purposes. Measurements have shown that, with few exceptions, bark thickness is similar for all species. Analysis of 1937 cruise of Luquillo Forest, including some 39,000 trees, shows that only 15% of its species reach 12" d.b.h. Less than 7% reach 20". Survey of 22,000 trees of most important species showed that only 74 of these contained two 16' logs, and nearly all of these were Dacryodes excelsa.

Plans for Next Year: Continuation of tree measurements until adequate for a reliable volume table, and prepare table. Develop charcoal-cubic foot conversion factors.

## STAND STUDIES

Purpose: To determine the growth, mortality, and yield of important associations in tropical forests.

Review of Past Work: Young mangrove forest thinned to basal area of 38 sq. ft. per acre had grown to 97 sq. ft. seven years later. Young secondary forest near Río Piedras on north coast grew from 60 to 76 sq. ft. of basal area per acre in three years. Eight-year-old mangrove forest cut to 3-inch diameter limit yielded 3,452 fence posts of 2" to 3" top diameter and 10 cords of fuelwood per acre. Ten-year-old plantation of *Casuarina equisetifolia* on seacoast produced 31.2 cords of wood per acre. Eight-year-old coppice stands of *Eugenia jambos*, when clear cut, yield 25 cords of wood per acre. Those yields per acre are marketable at from $50 to $90 on stump. Fourteen permanent growth plots, covering 43 acres, containing over 12,000 tagged trees, and established primarily for silvical study, will also provide information as to growth and mortality on area basis.

Accomplishments During Past Year: A 200-tree sample plot was established in a successful artificial stand of cedar on Caribbean Forest. Study of this plot should throw light on difficult problem of regenerating Spanish cedar artificially. Trees had an average d.b.h. of 3.5 inches 11.5 years after planting, and varied between 1" and 9" in diameter. A 10-year old unthinned Casuarina sample plot remeasured had average d.b.h. of 5.5 inches and contained 86 sq. ft. of basal area per acre.

Plans for Next Year: Analyze mangrove plot data. Tally mortality on El Verde plots in lower montane rain forest, for first data of this nature. Remeasure Humacao *Casuarina* plantation plots and analyze for stand growth. Analyze such data from recent silvical plot remeasurements as indicates characteristics of entire stands.

## INVENTORY, YIELD & REQUIREMENTS

Purpose: To collect and interpret inventory, yield, and requirements data as a basis for a plan of sustained yield management of Luquillo Division of Caribbean National Forest in order to provide a pattern for such work on Insular and other tropical forests.

Review of Past Work: Large scale base and contour maps were drafted from Geological Survey quadrangles. Type lines, open areas, and probable limit of true forest land (decided largely by slope) were determined from aerial photographs and checked from air at low altitude. Working circle boundaries were established. Timber marking rules were drawn up, and tentative cutting budget set up, based on all existing data. Provisional minimum stumpage rates were established. In permanent growth plots referred to under "silvics" trees needing cutting were indicated on tally, providing basis for calculation of average stand removed and left.

Accomplishments During Past Year: Proposed land use pattern for Luquillo Division was revised in light of studies during year. Of entire Division, 10,542 acres are to be devoted primarily to timber production, 3,210 as last refuge for rare Puerto Rican parrot, 2,106 acres to preserve in its natural state best remaining stand of tropical rain forest in National Forest system, 2,426 acres of high ridges primarily for watershed protection, and 1,500 acres for recreation. Tentative cutting budget modified for every working circle affected by this new plan. Amount and composition of reproduction was determined from field survey data by working circles. Further progress made in bringing together all existing information on woods native to Luquillo area. Preliminary study of wind power possibilities made in cooperation with Weather Bureau which showed that in Luquillo mountains, wind is sufficient and possibly sufficiently uniform for turbines.

Plans for Next Year: Complete appraisal of present and potential value of woods. Inventory forest of Luquillo mountains. Locate compartments. Modify marking policy and stumpage rates on basis of new findings. Synthesize all data into a plan for management for Luquillo Division.

## INTER-AMERICAN COOPERATION

Purpose: To advance forestry in the Latin-American countries through assistance and cooperation in common regional problems.

Review of Past Work: The Caribbean Forester, an 80-page, trilingual, quarterly technical journal, has been published and distributed free of charge throughout the Central and South Americas since 1939 to a mailing list of about 600. Surveys of forest resources important during war were conducted in Costa Rica, Ecuador, and Chile. Active participation in work in forestry of Caribbean Research Council of Caribbean Commission, including attendance at meeting of Sub-committee, of which the Director is Chairman, at Port-of-Spain in 1946 which appraised results of tropical forest research to date and proposed a program for future joint research through a proposed forest research center. One-hundred forestry terms with definitions in Spanish and English were published in The Caribbean Forester, as first part of complete glossary.

Accomplishments During Past Year: Four issues of The Caribbean Forester published, with articles concerning nine different countries and including nine articles by staff members. Two-hundred more glossary terms published. Another hundred ready for publication. Published report of Forestry Sub-committee in English edited by Sr. Assistant Conservator of Trinidad and Director of Tropical Region was released by Commission. Contact established with Forest Department of FAO. Preliminary plan for forest research and for management of forest properties furnished Inter-American Institute of Agricultural Sciences at request of its Director. About 25 requests for complete information on variety of forestry subjects from 16 different countries were answered by Research Staff.

Plans for Next Year: Take active part in placing forestry problems before proposed Inter-American Conference of Agriculture at Montevideo. Continue publication of The Caribbean Forester, including latest and most important findings of research at Station. Publish further installments of glossary terms. Translate Forestry Subcommittee report into Spanish for publication by Caribbean Commission and continue to participate in its forestry program.

## DENDROLOGY

Purpose: To identify and to facilitate identification of trees in tropical forests; to standardize common and taxonomic tree nomenclature; and to determine natural distribution of forest trees and associations of region.

Review of Past Work: Herbarium of about 2,000 specimens has been accumulated. Ink drawings of specimens of 325 trees have been prepared and 100 of these were published with descriptions in English and Spanish. Approximate original location of seven primary forest types of Puerto Rico has been determined. Natural areas have been established in Cambalache experimental forest, Guánica and Maricao Insular forests and in Luquillo and Toro Negro Divisions of Caribbean Forest. Relatively undisturbed lower montane rain forest has been found to contain 40 to 50 species per acre. The dominant species, Dacryodes excelsa makes up 34% of basal area. No other species makes up more than 8%.

Accomplishments During the Past Year: Six plant specimens from Eucalyptus seed trees were sent to dendrologist in Washington for species identification.

Plans for Next Year: Compile sample plot data indicative of composition of associations, incidental to its summary for other purposes. Additional specimens of Eucalyptus to be sent for species identification.

## UTILIZATION OF PUERTO RICAN WOODS

Purpose: To determine present and potential local requirements, superficial properties, and uses of Puerto Rican woods.

Review of Past Work: Untreated Sloanea berteriana heartwood was found resistant to teredos 18 months in San Juan harbor. Fence posts of more common species normally last less than 2 years in service in more humid sections of Puerto Rico. Six-hour hot and cold bath carbolineum treatment of Casuarina equisetifolia caused lateral penetration of 3/4 to 2 inches. Hot and cold bath treatment of 3-inch posts of Didymopanax morototoni with carbolineum gave complete penetration after 2 hours of boiling. Preliminary study and report of wood utilization in Puerto Rico made by Teesdale and Girard for Puerto Rico Development Company. Approximate oven-dry specific gravities determined for 106 native and 3 exotic woods, with average found to be 0.70. Approximate green moisture content of sapwood of 28 native woods determined, and based on oven-dry weight, found to vary from 44 to 372 percent. Testing of 203 seasoned samples of 81 local woods showed equilibrium moisture content at Río Piedras to be 14.6 percent. Two mangrove species, Avicennia nitida and Laguncularia racemosa, contained 19.0 and 18.3 percent respectively suggesting possibility that presence of salts in these woods may influence moisture content. Samples of more than 500 woods were received from Ecuador and Dutch Guiana. Logs of Dacryodes excelsa, Sloanea berteriana and Pinus occidentalis were sent to Duke University for testing.

Accomplishments During Past Year: Small scale test of 32 common species of fence posts was set up by Forest Officer at Cambalache. Casuarina posts treated full-length with carbolineum were serviceable after 3 years of exposure in humid location. Posts where only base had been treated were beginning to break down after 2-1/2 years of exposure in mangrove swamp, but mainly because of bad spiral cracking starting from top. Logs of Manilkara bidentata, Hymenaea courbaril, Buchenavia capitata, and Tetragastris balsamifera were sent to Yale University for testing. In cooperation with Puerto Rico Development Company 129, 1-1/2" squares 4 feet long of six different local species were sent to an Eastern laboratory for testing for manufacture into spools for a Thread Company interested in establishing a factory in Puerto Rico. Cooperating with Dr. G. N. Wolcott in his termite studies few specimens were sent to Yale University for identification. Forest Products Laboratory proposes to allot about $5,000 to testing of important local species.

Plans for Next Year: Routine examination of preservative tests in progress. Possibly shipment of more specimens to Yale, also to Forest Products Laboratory. Prepare bibliography of available reliable data from all sources on properties of Puerto Rican woods.

(Traducción del artículo anterior)

## RESUMEN DE LA INVESTIGACION FORESTAL EN PUERTO RICO

Cada Región de Investigación del Servicio Forestal de los Estados Unidos, al igual que la mayoría de las organizaciones gubernamentales, rinde un informe anual a la Oficina Central en Wáshington. Este informe consiste de una relación al corriente de los hallazgos notables de la investigación llevada a cabo durante el año anterior y un bosquejo del programa que se recomienda para el año próximo. A esta sección escrita del informe se añade un apéndice compuesto de lo que se denominan Hojas sobre Estado de Proyectos. Usando una hoja para cada uno de los llamados Subproyectos, éstos presentan en la forma más breve posible el propósito de cada proyecto, la síntesis del trabajo hecho en años anteriores y los logros durante el pasado año. En cada informe anual los logros señalados para el año anterior aparecen también en resumen y entretejidos en la síntesis del trabajo de años anteriores y luego se hace un sumario de los hallazgos en el nuevo año. Este modo de informar sobre los distintos proyectos ofrece una rápida comprensión de lo que se ha aprendido desde que se hizo el último informe y ha demostrado ser una referencia valiosa de todos los conocimientos logrados a través de la investigación en el pasado, en cualquiera de los tópicos en el campo de la Investigación Forestal.

La mayor parte de la investigación de la Estación de Experimentación Forestal Tropical, Región Tropical, Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos ha tratado sobre las condiciones y problemas forestales de Puerto Rico. Se cree, sin embargo, que con más o menos ligeras variaciones, los datos se aplican también a los bosques tropicales del área del Caribe y de las naciones adyacentes y son además de interés para los dasónomos en general. Por esta razón se ha iniciado este año el plan de publicar en la tirada de enero del Caribbean Forester las partes principales de cada "hoja de estado de proyectos", tanto en inglés como en español. Tan pronto como un Subproyecto o una parte separable del mismo haya sido estudiado por completo y se disponga de todos los resultados, la información aparecerá como un artículo terminado y por separado en el "Caribbean Forester".

Se invita y urge de las demás naciones y dasónomos profesionales que usen las páginas de esta revista para diseminar los resultados de sus investigaciones anuales en cualquier forma condensada que elijan, además de todos los informes o artículos con que quieran contribuir.

## MEJORA DE RODALES FORESTALES DEL TROPICO

Propósito: Adaptar las prácticas probadas como satisfactorias en otros sitios y desarrollar buenos métodos para mejorar el índice de crecimiento y la calidad de los bosques naturales o selváticos existentes en el trópico.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: El aclareo de una plantación de 20 años de edad, de Calophyllum calaba, en Maricao, reduciéndola de 165 a 101 pies cuadrados de área basimétrica por acre, aceleró el crecimiento anual promedio en diámetro de los árboles restantes de 0.21 a 0.30 pulgadas durante el primer año después del aclareo y suministró postes y leña, obteniéndose $285.00 por acre. En una corta de mejora que liberó, aclaró y limpió un rodal joven en Cambalache se extrajeron 430 árboles de 2 a 14 pulgadas de d.a.p., de los que se obtuvieron por cada acre 11 postes y 2.75 cuerdas de leña, siendo el costo y los ingresos de la corta de $16.67 y $14.92 por acre respectivamente. Se encontró que una disolución acuosa al 0.075% de la substancia 2,4-D era capaz de matar los bejucos sin matar los árboles jóvenes que habían sido plantados en el rodal. La pistola aspergiladora Alemite, dió resultados satisfactorios usándola con pintura, en el marqueo que precedió las cortas de mejora, aún en época lluviosa y en los rodales jóvenes y densos requiere sólo la mitad del tiempo que se emplea en marcar con hacha o machete. En Luquillo ni los claros excesivos en el bosque pluvial aseguran el desarrollo de los semillones existentes ya que los árboles de inferior calidad pero de crecimiento rápido, aunque sean provenientes de semilla que germinó después de la corta, pueden sobrepasar y dominar el avance de la reproducción deseable.

Logros Durante el Pasado Año: Se hizo una segunda corta de mejora en mayor escala en los 8 acres de Cambalache, removiendo 32 cuerdas de leña y 1,220 espeques cuya corta costó $335 y los productos rindieron sólo $242. Se establecieron cuatro cuarteles de ensayo en sitios de densa reproducción secundaria en las montañas de Luquillo en los que se medirá el crecimiento individual de los árboles varios años antes de someter los cuarteles a ningún tratamiento, de manera que se tenga una base para comparar subsiguientemente los resultados antes y después. La substancia "weed-no-more 40" (un ester de 2,4-D) en una disolución al 1 por ciento en aceite diesel mostró ser más o menos igualmente efectiva para matar bejucos como la disolución acuosa.

Planes para el Año Venidero: Efectuar la segunda remedición de los cuarteles aclarados de Calophyllum. Pruebas ulteriores de 2,4-D en la exterminación de bejucos para determinar la técnica a usarse en tratamientos en gran escala.

## SILVICA[1] DE LOS BOSQUES TROPICALES

Propósito: Determinar las características sílvicas y las relaciones entre las especies forestales importantes como base para la selvicultura de bosques naturales o selváticos del trópico.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: Se comenzaron los registros permanentes del crecimiento individual de más de 12,000 árboles de más de 100 especies diferentes, que están creciendo en 28 rodales de distinta composición, estructura y medio estacional. El crecimiento en diámetro se está determinando por especies arbóreas, medio estacional, posición en el dosel forestal y las aparentes clases según el vigor. En bosques pluviales, pedemontanos, mixtos, relativamente sin alterar, los árboles dominantes tienen un crecimiento promedio en diámetro de 0,26 pulgadas por año; los codominantes un 90% de la cifra anterior; los intermedios un 60% y los subordinados un 27%. Más del 80% de los árboles son intermedios o subordinados. Entre los árboles dominantes los que no toleran la sombra crecen sólo ligeramente más rápidamente que los tolerantes pero entre los subordinados la disparidad en favor de los tolerantes es mayor. Los arbolitos subplantados por más tolerantes de sombra que sean, no crecen rápidamente en altura a menos que el diámetro promedio del claro completo del dosel sobre ellos corresponda por lo menos a 50° de arco, medido desde la punta del árbol o la cantidad equivalente de la luz que se recibe a través de un dosel delgado. El crecimiento anual corriente en diámetro en una plantación densa, de 20 años, de Calophyllum calaba en suelo laterítico pobre es de 0,4 pulgadas en cuanto a los árboles dominantes, 0,3 pulgadas para los codominantes y 0,2 pulgadas para los intermedios. Para Bucida buceras en rodales abiertos en suelo calcáreo somero, con 30 pulgadas de precipitación anual, el crecimiento es de 0,23" en el caso de los dominantes. Para los árboles de 10" de d.a.p. de Eucalyptus robusta que crecen al descubierto en suelo laterítico, con 100" de precipitación, el crecimiento es de .013" durante el último año. En el suelo arenoso de la región costanera los árboles de Casuarina equisetifolia sembrados con un espaciamiento de 8 pies por 8 pies pueden llegar a un diámetro promedio de 9,5" en diez años y a 15" al cabo de 20 años. En un rodal mixto, joven y secundario (área basimétrica de 60 pies cuadrados por acre), que crece cerca de Río Piedras en la costa norte, el crecimiento promedio en diámetro de los dominantes es de 0,82" al año y el promedio de todos los árboles es de 0,37". Swietenia macrophylla, una exótica valiosa, ha demostrado poder adaptarse a los valles y laderas inferiores de las montañas de Luquillo. Calophyllum calaba, nativa del bajío, crece satisfactoriamente en sitios adversos en las montañas húmedas. Similarmente, Montezuma speciosissima, nativa de la planicie costanera, crece bien y con buena forma en las laderas a 2,700 pies de elevación, en Toro Negro. Eucalyptus robusta y E. resinifera, ambas exóticas,

---

1/ Sílvica. El desenvolvimiento de la vida y las características generales de los árboles y de los rodales forestales con referencia en particular a los factores ambientales.

se adaptan bien a las montañas centrales sobre los 2,000 pies de elevación, con precipitación entre 80 y 100 pulgadas al año.

Logros Durante el Pasado Año: Se hicieron los análisis de los registros climáticos existentes para las montañas de Luquillo, los que mostraron que allí la línea divisoria entre los bosques pluviales pedemontanos y los montanos corresponde a cerca de 70°F, isoterma anual, según se determina por interpolación. Las cumbres de las montañas (3500 pies de elevación) son cerca de 10°F más frías que la costa. La precipitación es tres veces mayor que en la costa adyacente pero las intensidades extremas no son mayores. En los picos los vientos con velocidad de 60 m.p.h. son comunes. Un análisis de datos de 1937 indica que el área basimétrica promedio en bosques pluviales montanos sin alterar, en las montañas de Luquillo, es de cerca de 60 pies cuadrados por acre. Los rodales más densos están en los valles del oeste (protegidos contra los vientos alisios), con considerables variaciones de valle a valle. El árbol más prominente Cyrilla racemiflora, se encuentra más comúnmente en las laderas del oeste. Por el contrario, las palmas se encuentran principalmente en los valles del este, es decir, los más expuestos. El área basimétrica promedio de éstas es de 40 pies cuadrados por acre y es de densidad uniforme en todo su área de distribución en el bosque. Estos datos fueron similarmente analizados para determinar la composición de los semillones y arbolitos del bosque para establecer la correlación con la cubierta rasante y la densidad del rodal. Se descubrió que en dos de los árboles prominentes del bosque pluvial montano se producen anillos de crecimiento en la madera. Se está haciendo un esfuerzo por determinar si estos anillos son anuales, por correlación con fechas conocidas de huracanes y comparación con mediciones hechas en los cuarteles de prueba. Euterpe globosa, una palma prominente pero casi sin valor en las montañas de Luquillo puede que no posea los atributos de rápido crecimiento y agresividad que se creyó tenía. Algunos árboles doblados por el huracán del 1928 crecieron sólo 5,2 pies de altura en los 18 años que hace que comenzaron a enderezarse. Un cuartel permanente de ensayos sílvicos, de 30 acres con 5,061 árboles fué marcada y medida en Cambalache. Las parcelas de ensayos sílvicos establecidas previamente, que se volvieron a medir fueron: los cuarteles mixtos en el Verde, los de Casuarina en Sabana y los mixtos y de pomarrosa en Río Piedras y las plantaciones experimentales de El Verde. Pequeños cuarteles de crecimiento fueron establecidos en plantaciones viejas de Fraxinus sp. en Toro Negro, Cedrela mexicana en Luquillo y Cordia alliodora en Carite. Se instalaron pluviómetros automáticos en la División Toro Negro del Bosque Nacional y en la Unidad de Guilarte del Bosque Insular.

Planes para el Año Venidero: Análisis de datos de cuarteles, que no se han completado aún. Remedición de todos los cuarteles sílvicos de las montañas de Luquillo y análisis de crecimiento de árboles individuales según el medio estacional, la especie, el d.a.p. y la clase según la copa. Volver a hacer el reconocimiento de la retumba natural sin alterar en los pastos de St. Just. Establecer cuarteles sílvicos de 1/4 de acre en Río Abajo en las plantaciones de Montezuma speciosissima, Tectona grandis y Swietenia macrophylla.

## ESTUDIOS DE PLANTACION

Propósito: Adaptar las prácticas ya aprobadas como satisfactorias en otros sitios y desarrollar métodos mejorados para la reforestación artificial de las especies forestales del trópico.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: El inventario detallado de todas las plantaciones existentes en el Bosque Nacional del Caribe (5782 acres) demostró que en sitios adecuados las especies que pueden establecerse o introducirse con éxito en la División de Luquillo por medio de la plantación son las siguientes: Cordia alliodora, Manilkara nitida, Lucuma multiflora, Ocotea moschata, Swietenia macrophylla, Tabebuia pallida, Calophyllum calaba (siembra directa) y Byrsonima spicata; y en la División de Toro Negro: Eucalyptus robusta, E. resinifera, Cordia allicdora, Montezuma speciosissima y Guarea trichilioides. Estudios exploratorios de plantación han sido efectuados con 131 especies forestales nativas y exóticas. Tabebuia pallida, Guarea trichilioides y Cordia alliodora pueden establecerse usando semillones silvestres, los cuales si tienen buenas raíces muestran una supervivencia mayor que el material de viveros. Los semillones de Bucida buceras, Dacryodes excelsa, Tetragastris balsamifera, Jambosa malaccensis, Eucalyptus citriodora y E. maculata sobreviven bien sólo si el trasplante se efectúa con cepellón (en potes de papel embreado). Swietenia mahagoni y Stahlia monosperma sobreviven bien por siembra directa bajo sombra parcial. En sitios húmedos (100 pulgadas o más de precipitación anual) pueden plantarse con éxito, con raíz desnuda, las siguientes especies: Prunus occidentalis, Eucalyptus robusta, E. resinifera y E. alba. Las cañas de bambú deben plantarse lo más pronto posible después de la extracción y teniendo cuidado puede obtenerse una supervivencia alta en sitios húmedos. El material de vivero de Swietenia macrophylla y Montezuma speciosissima puede almacenarse en musgo húmedo y pueden transcurrir tanto como ocho días entre la extracción y la siembra sin reducción en la supervivencia en el campo.

Logros Durante el Pasado Año: Se efectuaron siembras de experimentación en varios sitios usando las siguientes especies recién introducidas: Eucalyptus stricta, E. coriaceae, E. populifolia, E. rostrata, E. affinis, E. marginata, E. stuartiana, E. punctata, E. paniculata, E. globulus y algunos híbridos. En tierras altas de Luquillo que no servían para ninguna otra utilización se hicieron plantaciones más extensivas de Bambusa tulda, B. tuldoides, B. longispiculata y Dendrocalamus strictus las que según indicios tempranos prometen tener éxito. La siembra directa de Swietenia macrophylla en sitios secos dió como resultado supervivencia baja, debido aparente y principalmente a la sequía sin precedentes. En sitios mejores esta prueba puede que sea tan satisfactoria como la de S. mahagoni. Se hicieron siembras experimentales de Bambusa tulda en colinas rocosas y calcáreas en Cambalache y hasta la fecha los resultados son muy prometedores.

Planes para el Año Venidero: Terminar el inventario e informar sobre las plantaciones en los Bosques Insulares. Probar el pino híbrido Pinus rigida var. serotina en alturas pantanosas. Efectuar plantaciones experimentales de P. caribaea, P. occidentalis y Cupressus benthami, especialmente en las alturas. Empezar el inventario de las plantaciones privadas para determinar el crecimiento y la adaptabilidad de diferentes especies.

## ESTUDIOS DE SEMILLAS

Propósito: Adaptar las prácticas probadas en otros sitios y desarrollar mejores métodos para la recolección, extracción, almacenaje y prueba de las semillas de las especies forestales importantes del trópico.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: Se han efectuado estudios sobre la germinación y almacenaje de 169 especies forestales nativas y exóticas. De los registros de vivero de 11,534 siembras que incluían 294 especies forestales se obtuvieron datos sobre la rapidez de germinación de los cuales se hizo un resumen. La longevidad de las semillas de Swietenia macrophylla y Cedrela mexicana puede aumentarse de 3 a 9 meses almacenándolas a 40°F. La longevidad de las semillas de Cordia alliodora puede aumentarse de 4 semanas a 3 meses secándolas hasta un contenido en humedad de 25%, almacenándolas tapadas y selladas con parafina y a 40°F. La longevidad de las semillas de Montezuma speciosissima aumenta de 2 semanas a 2 meses cuando se secan hasta 60% de su contenido natural de humedad y se almacenan a 40°F. La semilla de Manilkara bidentata y Lucuma multiflora se conserva sólo un mes a temperatura ordinaria. Las semillas de Guaiacum officinale no están maduras hasta tanto no se tornan anaranjadas y su almacenaje en frigorífico perjudica la conservación de la viabilidad. La viabilidad inicial baja de la semilla de Bucida buceras (2%) se debe al desarrollo incompleto de la semilla y al ataque de insectos. El ablandar la testa de la semilla de Sciacassia siamea con ácido sulfúrico concentrado por espacio de 10 minutos abrevia el período de germinación de 60 a 10 días.

Logros durante el Pasado Año: Se pesaron y probaron semillas de 10 especies nuevas, incluyendo Calycophyllum candidissimum y otras especies más que se recibieron de los Jardines de Soledad, en Cuba. En Cambalache se obtuvo una elevada producción de semilla de Casuarina lepidophloia. Existen pocos registros de producción de semilla de esta especie. Cerca de 500 semillones (sembrados en potes) se obtuvieron del primer lote de semillas.

Planes para el Año Venidero: Estudiar las relaciones entre la calidad de la semilla y el árbol padre en el caso de Bucida buceras y Hyeronima clusioides. Ensayos de rutina sobre la germinación y peso de las semillas disponibles de especies promisorias que aún no se hayan ensayado. Probar el uso de agentes humedecedores para acelerar la germinación de semillas duras.

## ESTUDIOS DE VIVERO

Propósito: Adaptar prácticas probadas como satisfactorias en otros sitios y desarrollar métodos mejorados para la producción de buen material de vivero para la plantación de árboles forestales tropicales.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: Los estudios exploratorios de 102 árboles nativos y exóticos indican que casi todas las especies necesitan sombra parcial durante el período de germinación y durante el primer mes de crecimiento. De ahí en adelante el crecimiento a pleno sol las hace más vigorosas. Se ha hecho un resumen de los datos de crecimiento de semillones, de un análisis de 3,159 siembras en el vivero efectuados en el pasado con 48 especies forestales. El espaciamiento óptimo en las eras para Eucalyptus sp. es de 6" por 6"; para Casuarina sp. es de 1" x 6" y para la mayoría de las demás especies probadas es de 3" x 6". Las semillas de Manilkara bidentata deben sembrarse en hojas húmedas ya que no son suficientemente fuertes para empujar hacia arriba a través del suelo. Una disolución acuosa de 0.075% de 2,4-D mata las cizañas herbáceas (pero no las gramíneas) en las eras, sufriendo menos daños el Eucalyptus resinifera pero aún la disolución al 0,375% fué fatal para Casuarina equisetifolia. El sistema radicular de Casuarina equisetifolia se mejora materialmente con el trasplante, lo cual debe hacerse cuando los semillones tienen de 8 a 10 pulgadas de altura. El descontinuar regando habitualmente la Sciacassia siamea un mes antes de la extracción causa un marcado robustecimiento de los semillones y una supervivencia mayor en el campo. La Crotalaria striata es una siembra de protección satisfactoria en el vivero, la cual provee una buena cubierta y materia orgánica abundante en poco tiempo.

Logros Durante el Pasado Año: La aplicación de cal y cachaza a razón de 2 toneladas y 35 toneladas por acre respectivamente corrigió al menos temporeramente las dificultades que presentaba el vivero en La Catalina. El control del "salcocho" (enfermedad fúngica) de los semillones de Casuarina fué efectivo sólo con Spergon y caldo bordelés. Otros materiales químicos como formalina, permanganato de potasio y "zerlate" no tuvieron éxito. El Verde París mezclado con harina de trigo es aún el veneno más efectivo contra la "changa" de Puerto Rico (Scapteriscus vicinus Saud) aún si se le compara con el D.D.T. La mezcla de arsenato de plomo y cal fué efectivo en contrarrestar el grillo común. Se encontró que el tamaño que deben tener los semillones de Eucalyptus resinifera al ser trasplantados de las cajas a las eras es de 2 á 4 pulgadas. La Tephrosia candida no dió resultado como siembra de protección debido a su crecimiento lento. La Crotalaria stricta se considera como la siembra de protección más satisfactoria en el vivero La Catalina.

Planes para el Año Venidero: Continuar las pruebas sobre control de la sombra en el vivero, probar herbicidas y siembras de protección. Desarrollar métodos más rápidos para el trasplante de semillones de cajas a eras, por ejemplo tablas de trasplante satisfactorias, etc. Publicación de los resultados de la propagación de Casuarina equisetifolia.

## ESTUDIO DE ARBOLES

Propósito: Adaptar prácticas probadas en otros sitios y desarrollar mejores métodos para la medición antes y después de la corta del volumen utilizable de árboles tropicales.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: Varios miles de árboles medidos en las Montañas de Luquillo mostraron poca variación, por especies, del promedio general de la relación diámetro-altura. Los factores de conversión en pies tablares se determinaron para las estacas, postes, espeques traviesas y yugos. Las tablas de volumen de factor-forma por pies tablares fueron preparadas para las maderas duras de Puerto Rico por J. W. Girard.

Logros Durante el Pasado Año: Al descubrir que las determinaciones a simple vista de los volúmenes de los árboles puede discrepar tanto como un 60% en grupos de 200 árboles, se empezaron a tomar medidas completas del tronco y ramas de los árboles como base para establecer una tabla de volumen basada en diámetro y altura total. Doscientos ochentitrés árboles han sido medidos tanto en el bosque pluvial pedemontano como en el montano. La inspección preliminar indica la posibilidad de hacer tablas simples para ambos tipos y todas las especies con precisión suficiente para los propósitos de planes dasocráticos. Las medidas han demostrado que con pocas excepciones el espesor de la corteza es similar para todas las especies. Análisis del inventario en el bosque de Luquillo en 1937 que incluía 39,000 árboles indica que sólo 15% de las especies llegan a 12 pulgadas de d.a.p. y menos del 7% llegan a 20". El estudio de 22,000 árboles de las especies más importantes indicó que de ellos sólo 74 contenían trozas de 16 pies y casi todos ellos eran de Dacryodes excelsa.

Planes para el Año Venidero: Continuar las mediciones de árboles hasta que sean adecuadas para formar una tabla de volumen que sea confiable y preparar dicha tabla. Desarrollar factores de conversión carbón-pies cúbicos de madera.

## ESTUDIO DE RODALES

Propósitos: Determinar el crecimiento, mortalidad y rendimiento de las asociaciones importantes en las bosques tropicales.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: Manglares jóvenes que habían sido aclarados hasta un área basimétrica de 38 pies cuadrados por acre habían aumentado en crecimiento hasta 97 pies cuadrados siete años más tarde. Un bosque secundario joven cerca de Río Piedras, en la costa norte, creció de 60 a 76 pies cuadrados por acre en área basimétrica en tres años. Manglares de 8 años cortados hasta el límite de 3 pulgadas de diámetro rindieron por acre 3,452 espeques de 2"-3" de diámetro en la punta y 10 cuerdas de leña. Una plantación de Casuarina equisetifolia de 10 años, en la costa, produjo 31.2 cuerdas de madera por acre. La corta total de rodales de resalvos de 8 años de Eugenia jambos rinden 25 cuerdas de madera por acre. Estos rendimientos se venden a razón de $50 - $90 por acre, sin cortar o sea el árbol en pie. Catorce cuarteles permanentes de ensayos sobre crecimiento, con 43 acres de superficie, que contienen más de 12,000 árboles marcados y que se establecieron principalmente para estudios silvicos, proveerán también información en cuanto a crecimiento y mortalidad por área.

Logros Durante el Pasado Año: Un cuartel de prueba de 200 árboles fué establecido en un rodal artificial de cedro en el Bosque Caribe. El estudio de este cuartel debe dar alguna luz sobre el difícil problema de la regeneración artificial del cedro español. Los árboles tenían un d.a.p. promedio de 3.5 pulgadas a los 11.5 años después de la siembra y variaban entre 1" y 9" de diámetro. Un cuartel de prueba de Casuarina de 10 años de edad y sin aclarar fué vuelto a medir y tenía un promedio de 5.5 pulgadas de d.a.p. y un área basimétrica de 86 pies cuadrados por acre.

Planes para el Año Venideros: Analizar los datos del cuartel de mangle. Determinar la mortalidad en los cuarteles de El Verde en los bosques pluviales pedemontanos y montanos, recopilando así los primeros datos de esta naturaleza. Volver a medir los cuarteles de plantaciones en Humacao y analizarlos en cuanto a crecimiento del rodal. Analizar los datos de las re-mediciones de cuarteles silvícolas recientes que puedan indicar características de rodales enteros.

## INVENTARIO, RENDIMIENTO Y REQUISITOS

Propósito: Recopilar e interpretar los datos de inventarios, rendimientos y requisitos como base para un plan de ordenación con rendimiento sostenido en la División de Luquillo del Bosque Nacional Caribe para proveer un patrón a seguir en tales trabajos en los bosques insulares y demás bosques tropicales.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: Se delinearon mapas de base y de contorno a gran escala siguiendo los cuadrángulos del Reconocimiento Geológico. Líneas tipo, áreas en claro y límite probable del terreno que verdaderamente debía estar cubierto de bosques (lo decidía en gran parte la inclinación) fueron determinados a base de las fotografías aéreas y verificados desde el aire a poca altura. Se establecieron los linderos de los círculos de trabajo. Las reglas del marqueo de madera fueron delineadas y se estableció tentativamente el presupuesto de corta, basado en todos los datos existentes. Se establecieron los precios mínimos y provisionales de la madera de los árboles en pie. En los cuarteles permanentes de crecimiento descritos bajo "Silvica" los árboles que necesitaban cortarse fueron indicados en los apuntes, proveyendo así una base para calcular el promedio del rodal que se cortó y el que se dejó.

Logros Durante el Pasado Año: A la luz de los estudios hechos durante el año se revisó el patrón propuesto para la utilización de tierras en la División de Luquillo. De toda la División 10,542 acres serán dedicadas principalmente a la producción de madera, 3,210 como último refugio de la ya rara cotorra de Puerto Rico, 2,106 acres para preservar en su estado natural el mejor rodal remanente del bosque pluvial tropical en el sistema del Bosque Nacional, 2,426 acres de elevados cerros para protección de cuencas y 1,500 acres para recreación. El presupuesto tentativo de corta ha sido modificado para cada círculo de trabajo que haya sido afectado por este nuevo plan. La cantidad y composición de la reproducción forestal ha sido determinada según cada círculo de trabajo usando los datos de los reconocimientos en el campo. Progreso adicional en lo que respecta la recopilación de toda la información existente sobre las maderas nativas del área de Luquillo. Estudio preliminar de las posibilidades de la fuerza del viento, hechas en cooperación con el Negociado del Tiempo, que demostraron que en las montañas de Luquillo el viento es suficientemente uniforme para poner a funcionar turbinas.

Planes para el Año Venidero: Completar la determinación del valor actual y potencial de las maderas. Hacer un inventario de los bosques de las montañas de Luquillo. Localizar los compartamentos. Modificar las prácticas de marqueo y los precios de la madera de los árboles en pie, a base de los nuevos hallazgos. Sintetizar todos los datos en un plan para la ordenación forestal en la División de Luquillo.

## COOPERACION INTER-AMERICANA

Propósito: Realizar adelantos en la dasonomía en los países de la América Latina por medio de ayuda y cooperación en cuanto a problemas regionales comunes.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: El "Caribbean Forester", una revista técnica, trilingue, trimestral, que consta de 80 páginas se ha venido publicando desde 1939 y distribuyendo gratuitamente a través de Centro y Sur América y su fichero de envíos consta de aproximadamente 600 titulares. En Costa Rica, Ecuador y Chile se han llevado a cabo inventarios de los recursos forestales, de importancia durante la guerra. Participación activa en el trabajo forestal del Consejo de Investigación del Caribe, adscrito a la Comisión del Caribe, incluyendo asistencia a la reunión del Comité, que tuvo lugar en 1946 en Port-of-Spain, Trinidad y que fué presidido por el Director de la Estación Forestal de Puerto Rico. En dicha reunión se determinaron los resultados al día de la investigación forestal en los trópicos y se propuso un programa para la coparticipación en los trabajos por medio de un Centro de Investigaciones Forestales, cuya creación fué propuesta. La revista "Caribbean Forester" publicó cien términos forestales con sus respectivas definiciones equivalentes en español e inglés, como primera parte de un nomenclador forestal.

Logros Durante el Pasado Año: Se publicaron cuatro números del tomo octavo de la revista "The Caribbean Forester" que contenían artículos relativos a nueve naciones diferentes y que incluían además nueve artículos escritos por miembros del personal de la Estación. Se publicaron doscientos términos adicionales del nomenclador o glosario forestal y había otros cien más listos para publicarse. La Comisión del Caribe puso en circulación el informe publicado en inglés por el Sub-comité de Dasonomía y editado por el Asistente Mayor del Conservador de Bosques de Trinidad y el Director de la Estación Forestal de Puerto Rico. Se establecieron relaciones con el Departamento Forestal de la FAO. Se suministró al Instituto Inter-Americano de Ciencias Agrícolas, a requerimiento de su Director, un plan preliminar para la investigación forestal y para la ordenación de la propiedad forestal. Los miembros del personal de la Estación contestaron 25 pedidos de información completa sobre una variedad de tópicos forestales de individuos de 16 naciones.

Planes para Año Venidero: Tomar parte activa en la exposición de los problemas forestales ante la propuesta Conferencia Interamericana de Agricultura a celebrarse en Montevideo. Continuar publicando el "Caribbean Forester", incluyendo la publicación de los hallazgos de investigación más recientes e importantes obtenidos por la Estación. Publicar otros grupos de términos forestales del glosario. Traducir al español el informe del Subcomité de Dasonomía que será publicado por la Comisión del Caribe y continuar participando en el programa forestal de esta Comisión.

## DENDROLOGIA

Propósito: Identificar y facilitar la identificación de árboles en los bosques tropicales; universalizar lo más posible la nomenclatura común y taxonómica de los árboles; y determinar la distribución natural de las especies y asociaciones forestales de la región.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: Se ha logrado acumular un herbario de cerca de 2,000 especímenes. Se han dibujado en tinta 325 especímenes de árboles de los cuales 100 han sido publicados con sus correspondientes descripciones en inglés y español. Se ha determinado la aproximada localización primitiva de siete tipos forestales primarios de Puerto Rico. Se han establecido áreas naturales en el bosque experimental Cambalache, en los bosques insulares de Guánica y Maricao y en las Divisiones de Luquillo y Toro Negro en el Bosque Caribe. Se ha encontrado que en el bosque pluvial pedemontano relativamente sin alterar existen de 40 a 50 especies por acre. La especie dominante, Dacryodes excelsa constituye un 34 por ciento del área basimétrica total. Ninguna otra especie constituye más del 6%.

Logros Durante el Pasado Año: Seis especímenes botánicos de árboles de Eucaliptus fueron enviados al dendrólogo en Washington para la identificación de las especies.

Planes para el Año Venidero: Compilar datos de cuarteles de ensayo que indiquen la composición de las asociaciones, dando lugar a su resumen para otros propósitos. Envío de especímenes adicionales de Eucalyptus para ser identificados.

## UTILIZACION DE MADERAS PUERTORRIQUEÑAS

Propósito: Determinar las necesidades locales de madera, actuales y potenciales, las propiedades superficiales de la madera y los usos de las maderas de Puerto Rico.

Síntesis del Trabajo en el Pasado: Se encontró que el duramen sin tratar de Sloanea berteriana ha resistido el ataque de los teredos por espacio de 18 meses en los muelles de San Juan. Los espeques de las especies más comunes duran en servicio normalmente menos de dos años en los sectores más húmedos de Puerto Rico. El tratamiento de dos horas en baños frío y caliente de carbolineum aplicado a Casuarina equisetifolia causó una penetración lateral de 3/4 a 2 pulgadas. El tratamiento en baño frío y caliente de espeques de 3 pulgadas de Dimopanax morototoni con carbolineum resultó en una penetración completa después de hervir durante dos horas. Los señores Teesdale y Girard hicieron un estudio preliminar y el consiguiente informe de la utilización de madera en Puerto Rico a requerimiento de la Compañía de Fomento de Puerto Rico. Se determinó la gravedad específica aproximada (material secado al horno) de 106 maderas nativas y 3 exóticas siendo el promedio de éstas 0.70. Se determinó el contenido de humedad de la albura de 28 maderas nativas y basándose en el peso secada al horno se encontró que fluctuaba entre 44 y 372 por ciento según las diversas especies. La prueba de 203 muestras secadas de 81 maderas locales mostró que el punto de equilibrio en el contenido de humedad en Río Piedras es de 14.6 porciento. Dos especies de mangle, Avicennia nitida y Laguncularia racemosa contenían sólo 19.0 y 18.3 por ciento de humedad respectivamente lo cual sugiere la posibilidad de que la presencia de sales en estas maderas pueda tener alguna influencia sobre el contenido de humedad. Se recibieron muestras de más de 500 maderas del Ecuador y de la Guayana Holandesa. Se mandaron trozas de Dacryodes excelsa, Sloanea berteriana, y Pinus occidentalis a la Universidad de Duke para hacer algunas pruebas.

Logros durante el Pasado Año: Una prueba en pequeña escala de espeques de 32 especies comunes fué indicada por el Funcionario Forestal de Cambalache. Los espeques de Casuarina tratados en todo su largo con carbolineum estaban servibles después de 3 años de exposición en localidades húmedas. Los espeques que habían sido tratados sólo en la base empezaron a romperse después de dos años y medio de exposición en un manglar pero principalmente debido a un rajamiento espiral que empezó en la punta. Se mandaron trozas de Manilkara bidentata, Hymenaea courbaril, Buchenavia capitata y Tetragastris balsamifera a la Universidad de Yale para efectuar pruebas. En cooperación con la Compañía de Fomento de Puerto Rico se enviaron 129 muestras de cuadros de 1-1/2" por 4 pies de largo de seis especies locales diferentes a un laboratorio del este de Estados Unidos para hacer las pruebas de fabricación de carretes para una Compañía Manufacturera de Hilo interesada en montar una fábrica en Puerto Rico. En cooperación con el Dr. G. W. Wolcott en sus estudios de termes se enviaron a la Universidad

de Yale algunos especímenes para identificar. El Laboratorio de Productos Forestales ha propuesto asignar $5,000 para el ensayo de especies locales importantes.

Planes para el Año Venidero: Examen rutinario de las pruebas de preservación ya en progreso. Posiblemente el embarque de más especímenes a Yale y también al Laboratorio de Productos Forestales. Preparar una bibliografía de los datos disponibles y confiables de todas las fuentes posibles, sobre las propiedades de las maderas puertorriqueñas.

## LA INDUSTRIA MADERERA EN LA SELVA PERUANA

Desde hace poco tiempo está desarrollándose de manera notable la industria maderera en determinados sectores de la región selvática del Perú especialmente en las inmediaciones de Iquitos, en Chanchamayo y a lo largo de la carretera de Huánuco a Tingo María y al río Aguaytía. En la provincia de Bagua se han instalado aserraderos cuyas perspectivas crecen de día en día, habiéndose fundado una Escuela Taller de Carpintería y Ebanistería en la que se está construyendo el mobiliario para todos los colegios de la provincia.

La nueva carretera que une Bagua con el puerto de Bellavista, en el Marañón presta grandes servicios, pues se podrá explotar ricas y abundantes maderas como cedro, palo blanco, y muchas otras de reconocido valor comercial, que en la actualidad ya se están empleando en mueblería. La industria implantada en Bagua es el tramo inicial para otras instalaciones en las regiones selváticas que cuentan con abundantes maderas que han de laborar siguiendo las normas técnicas que permitan su explotación sin mayor desmedro de la riqueza maderera del país evitando la destrucción de los bosques.

Sin duda es digna de elogio esta sabia ordenación forestal en el país hermano, que permite a la par que un aprovechamiento útil, una adecuada conservación que mire hacia el futuro.

(Continuación de la página 52)

Catálogo de los Nombres Vulgares y Científicos de Algunas Plantas Puertorriqueñas (Segunda edición). José I. Otero, Rafael A. Toro y Lydia Pagán de Otero. Boletín núm. 37 de la Estación Experimental Agrícola, Río Piedras, Puerto Rico. 1947. Como su título implica este folleto contiene nombres vulgares y científicos de plantas puertorriqueñas. Su utilidad para el botánico y el aficionado es indudable, facilitándole grandemente su trabajo. La necesidad de esta segunda edición corregida y aumentada se dejaba ya sentir pues la creciente demanda había agotado la primera edición. El Caribbean Forester aplaude este esfuerzo, que ha de servir de estímulo a los que contribuyen al conocimiento de la flora patria.

## Revistas

Empire Forestry Review. Publicada por The Empire Forestry Association. Vol. 26 no. 1. 1947. Entre los diversos artículos que tiene señalamos los siguientes: 1) "La utilización del producto del aclareo de las plantaciones de teca en Trinidad" por R. Smeathers y H. Tordoff; 2) "La explotación de los bosques tropicales y el problema de las especies secundarias" por A. Rule.

Indian Forester. Volume 73 no. 6, June 1947. Contiene un artículo sobre una de las especies más importantes en regeneración forestal: se trata de "Técnicas de plantación de la casuarina en la Provincia de Madras", por M. S. Raghawan. El artículo reune tal acopio de información técnica que es lectura inaplazable para los dasónomos de las regiones tropicales. Entre los tópicos que discute se encuentran: Suelos en que impera la casuarina, recolección de la semilla, regeneración natural y artificial, rotación, prácticas de vivero, plantación, aclaraos, plagas y enfermedades y por último, rendimiento.

Industria Forestal. México, D.F. Sepbre. 15 de 1947. Queremos señalar entre otros el artículo del Sr. Aurelio Ahumada sobre "La desforestación y los regímenes pluviométricos". El autor llega a la conclusión de que: 1) Es nulo, o casi nulo, el efecto de la desforestación sobre las precipitaciones pluviales, 2) La erosión o empobrecimiento de los suelos forestales puede evitarse con cultivos agrícolas, mientras se hace la reforestación y 3) Las aguas freáticas no disminuyen o se agotan a causa de la desforestación sino a causa de su ilimitada utilización por el hombre.

Mensajero Forestal. Año V no. 47. Durango, México, D.F. Los artículos siguientes nos interesaron particularmente: "Los bosques de pino de México; Observaciones generales" por E. E. M. Loock y "Legislación forestal" por Ignacio Estevez.

# THE CARIBBEAN FORESTER

El "Caribbean Forester", que se comenzó a publicar en julio de 1938 por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, es una revista trimestral gratuita dedicada a encauzar el mejor aprovechamiento de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Dasonomía y ciencias afines exponiéndoles los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes, y el trabajo realizado hacia la culminación de ese objetivo técnico.

Se solicitan contribuciones de no más de 20 páginas escritas en maquinilla. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible también incluir un resumen corto del estudio efectuado. Los artículos deben dirigirse al "Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, P. R."

---

The Caribbean Forester, published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done toward this end throughout the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico.

---

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Juillet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est un journal trimestrel de distribution gratuite dedié à l'encouragement du ménagement rationnel des forêts de la région caraïbe. Son but est entretenir des relations scientifiques de ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et systèmes mis à jour, avec les travaux faits pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On sollicite des collaborations de pas plus de 20 pages écrites à machine. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur en comprennant son titre ou position professionnel et un résumé de l'étude. Les articles doivent être adressés au "Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico".

UNITED STATES
ATLANTIC
OCEAN
GULF OF
MEXICO
BAHAMA
ISLANDS
MEXICO
CUBA
PUERTO
RICO
GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA
JAMAICA
HAITI
DOMINICAN
REPUBLIC
BRITISH
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
HONDURAS
GUATEMALA
SALVADOR
NICARAGUA
TRINIDAD
PACIFIC
OCEAN
COSTA
RICA
PANAMA
VENEZUELA
BR
GUIANA
COLOMBIA

Reserve
1.9622
T2C23

# The Caribbean Forester

LIBRARY
CURRENT SERIAL RECORD
OCT 6 1948
U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOL. 9, NO. 2

APRIL 1948

CONTENTS

Forest planting in the Caribbean National Forest - Past experience as a guide for the future . . . . . 85
José Marrero, Puerto Rico

Repoblación forestal en el Bosque Nacional Caribe de Puerto Rico; Experiencias en el pasado como guía para el futuro . . . . . 148
(Traducción del artículo anterior)

## THIS ISSUE OF THE CARIBBEAN FORESTER

This issue marks a departure from the stated policy of The Caribbean Forester, in that a single long article constitutes the entire number. As a rule shorter articles are preferred. This exception was thought warranted by the importance of the article and the convenience of completeness in one issue.

Mr. Marrero's paper presents a detailed report on one of the largest forest planting projects in the American tropics, covering a period of about 14 years and involving an expenditure of more than $500,000. The original report has been considerably briefed for publication, but all of the most important findings and conclusions have been retained.

The information in this report is considered especially timely in view of recently increased interest in reforestation in Latin America. The planting project described is of general significance because this project has produced results which may be expected elsewhere in Latin America.

Forest planting in Puerto Rico has not been an unqualified success. It has been carried out in the face of many difficulties, and results to date are not entirely satisfactory. Failures, as well as successes are described, in the belief that both are important.

A most positive conviction which comes as a result of this study is the great need for on-the-ground research preparatory to undertaking any large-scale forest planting program.

## SOBRE ESTE NUMERO DEL "CARIBBEAN FORESTER"

Este número de nuestra revista se aparta en algo de la pauta trazada por la dirección, en el sentido de que sólo un artículo ocupa todas sus páginas. Como regla general se prefieren artículos cortos. Pero la importancia del artículo y la conveniencia de que apareciese completo en una tirada justifica que se haga esta excepción.

El artículo del Sr. Marrero presenta un informe detallado sobre uno de los más grandes proyectos de repoblación forestal que se haya llevado a cabo en los trópicos americanos, abarcando un período de cerca de 14 años en el que se incurrieron en gastos de más de $500,000. El informe original ha sido notablemente abreviado para publicarse aquí, pero no sin dejar de incluir todos los hallazgos y conclusiones más importantes.

La información agrupada en este informe se considera de actualidad en vista del creciente interés que va tomando la reforestación en la América Latina. El proyecto de plantación que se describe tiene un significado general porque los resultados obtenidos son de esperarse ocurran también en otros sitios de la América Latina.

La plantación forestal en Puerto Rico no ha sido un éxito rotundo. Ha tropezado con muchas dificultades y los resultados hasta la fecha no son completamente satisfactorios. Tanto los fracasos como los éxitos han sido descritos porque se cree deben conocerse ambos.

El convencimiento más positivo derivado de los resultados de este estudio es la necesidad de efectuar investigaciones "in situ" antes de emprender la ejecución de programas de repoblación forestal en gran escala.

# FOREST PLANTING IN THE CARIBBEAN NATIONAL FOREST

## PAST EXPERIENCE AS A GUIDE FOR THE FUTURE[1/]

José Marrero
Tropical Forest Experiment Station
Río Piedras, Puerto Rico

Puerto Rico ranks among the most densely populated countries of the world, with about one acre of land per capita. The island is primarily agricultural, yet less than half of its area is suited to permanent farming. Specialization in a few highly-productive agricultural crops and great intensity of land use are required to assure a high yield per acre.

Although a maximum area must be dedicated to agriculture the highest use of a portion of the island is forest production. The 1940 census classified 24 percent of the area of the island as forest and woodland. Much of this is merely degraded brush. The coffee woodlands and the government forests, which are the most productive, comprise 8.0 and 3.4 percent, respectively, of the total land area. The coffee woodlands produce the greater part of the fuelwood consumed.

The condition and extent of the forests are such that the available timber is inadequate to supply the needs for wood and wood products. Thus, the bulk of the island's wood requirement is imported. The yield of existing forests, however, is of great importance to the island for the production of fuel and for agricultural uses such as fence posts and crossties. Local production materially reduces the need for importation of the latter products. Since the island lacks coal and oil, it is certain that wood will remain the main source of domestic fuel. The amount of wood used for fuel is increasing with the growing population.

It was recently estimated by Teesdale and Girard (11) that the forest drain is about 30 percent greater than the growth. They further state that "The importance of greater production from all types of wooded areas is obvious, and suitable steps should be taken to increase the volume of wood grown per acre to prevent shortage. If there is any place where scientific forest management, good cutting practices, and bringing the forest lands into a state of maximum production is justified, it is Puerto Rico".

Artificial reforestation of bare lands has been carried out for timber production and for watershed protection for several years. Timber

---

1/ An extract of a thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Forestry at the University of Michigan, March 1947. Field data collected as of July 1945.

production is nearly always the chief objective, although on steep bare slopes in areas of high rainfall watershed protection may be the most important. Planting has been confined to sawtimber (primarily furniture woods) and durable round timber species, believed to produce highest yields. Fuelwood yield can always be maintained at a high level as a by-product of these forests.

Although reforestation policies and technique have evolved since the initiation of large scale reforestation, no complete study had been made to determine the results. It was therefore believed that an intensive study of the forest plantations should yield information of value to forest administration and research. This paper presents the results of this study of forest plantations in the Caribbean National Forest, an area where much of the forest planting in Puerto Rico has been done.

## ENVIRONMENT

### Location and Area

The Caribbean National Forest consists of two Divisions; The Luquillo, including most of the Luquillo Mountains in the northeastern part of the island, and Toro Negro, located at higher elevation in the Central Cordillera, about 45 miles airline southwest of Luquillo. The Luquillo Division, was established in 1903. Originally it included some 12,000 acres of Spanish Crown land. Subsequent land acquisition, chiefly after 1934, enlarged the Division to a total of 25,251 acres. The Toro Negro Division was acquired by purchase from private owners since 1935. It comprises 6,248 acres.

### Climate

The location of the Luquillo Mountains, as the first high range confronting the moisture-laden trade winds, produces high precipitation. Fogs are frequent, and precipitation is characterized by numerous light showers. The rainfall is well distributed, but somewhat heavier in the summer and fall. It decreases with elevation and from east to west. A relatively dry period generally extends from February to April.

The rainfall record from five stations is summarized in Table 1.

At Toro Negro the rainfall is less than at Luquillo, but the distribution is similar. A rainfall record from three stations appears in Table 2.

At Luquillo the mean maximum and minimum temperatures are 76.1°F and 63.8°F respectively, at La Mina and the mean is 69.9°F. At Toro Negro, Guineo Lake, the coolest station in the island, has a mean temperature of 66.9°F with mean minimum and maximum of 59.5°F and 74.3°F, respectively.

Table 1.— Rainfall in the Luquillo Mountains

| Locality | Elevation | Years of record | Annual rainfall | Total days with rain |
|---|---|---|---|---|
| | Feet | | Inches | |
| La Mina (Central) | 2,050 | 10 | 188.17 | 269 |
| Río Blanco (a) (South side) | 500 | 19 | 109.46 | |
| (b) | 1,800 | 11 | 149.09 | 303 |
| Sabana (Northeast side) | 500 | 9 | 135.55 | |
| El Verde (Northwest side) | 350 | 23 | 97.66 | 154 |

Table 2.— Rainfall in the Toro Negro Division

| Locality | Elevation | Years of record | Annual rainfall | Total days with rain |
|---|---|---|---|---|
| | Feet | | Inches | |
| Guineo Lake (Central) | 3,000 | 12 | 111.15 | 235 |
| Matrullas (East Side) | 2,300 | 9 | 83.38 | 236 |
| Toro Negro (North Side) | 2,250 | 29 | 97.99 | 176 |

## Physiography and Soils

The Luquillo Mountains are composed of rocks of volcanic origin. The greater portion of the rocks are tuffs and shales. The topography is

often precipitous since the range of mountains rises abruptly from the coastal plain. In the southeastern part of the mountains, intrusives of quartz diorite have produced coarse granular soils. The tuffs and shales have produced heavy-textured soils. The high rainfall and temperature have caused rapid weathering, and soils are deep where erosion is not excessive. The best known peak is El Yunque, 3,496 feet, although El Toro, located to the southwest, is the highest, 3,532 feet.

The Toro Negro region is of similar geologic origin. Elevations rise to over 4,000 feet. Soils include predominantly yellowish, heavy clays and also a purplish-friable clay more limited in area. In the western portion of the area granitoid intrusives, diorites, and granites producing coarse textured granular soils are in evidence.

## Natural Vegetation

The vegetation types include the Lower Montane Rain Forest, the Montane Rain Forest, and the Elfin Woodland (Beard (2)), and contain a great variety of species. Shrubby species, small trees, and palms make up a large percentage of the stand. Lower montane rain forest consists of two layers, a canopy from 70 to 100 feet and a lower story of 10 to 50 feet. Individual emergent trees in sheltered places rise above the general canopy layer. The Montane Rain Forest lies above this association and reaches nearly to the peaks in both Divisions. It is shorter than the Lower Montane forest, the canopy nowhere exceeding 50 feet in height. Brakes of sierra palm, Euterpe globosa Gaertn., are scattered throughout the montane forest. At higher elevations the vegetation is further dwarfed, and although it includes many species found at lower elevations, it has been differentiated because of its structure.

## Past Land Use

The original 12,000 acres in the Luquillo Division have always been forested and had suffered relatively little from exploitation. In the Toro Negro Division only the most inaccessible mountain tops have never been cleared. The lower portion of the Luquillo Division and most of the Toro Negro Division were subjected to the familiar routine of logging, clearing, burning, grazing, and farming which constitutes shifting agriculture.

# HISTORY OF PLANTING

Large scale forest planting was begun in the Luquillo Division in 1934. Between January 1934 and June 1945 a total of 4,055,966 seedlings were planted and 44,689 pounds of seed were sown on 3,926 acres, in 54 different plantations. Twenty-seven different species have been used. The original composition of the plantations has been gradually altered by filling in of failed spots, by replanting, and by the invasion of natural vegetation.

In the Toro Negro Division 3,090,265 seedlings were planted and 18,899 pounds of seeds sown in 1,856 acres. Twenty-eight species were planted in 29 different plantations.

A tabulation of the planting done to June 1945 appears as Table 3.

Table 3.—Trees and seeds planted or seeded in the Caribbean National Forest between January 1934 to June 1945

| Species | Luquillo | | Toro Negro | |
|---|---|---|---|---|
| | Seedlings | Seeds | Seedlings | Seeds |
| | | Pounds | | Pounds |
| Albizzia lebbeck (L.) Benth. | 46,150 | | | |
| Andira jamaicensis (W. Wright) Urban | 1,975 | 24,601 | | |
| Bambusa spp. | | | 2,350 | |
| Buchenavia capitata (Vahl) Eichl. | | | 200 | |
| Byrsonima spicata (Cav.) DC. | 19,169 | | | |
| Calophyllum calaba Jacq. | | 12,660 | | 757 |
| Casuarina equisetifolia Forst. | 121,770 | | | |
| Cedrela mexicana L. | 525,850 | | 507,018 | |
| Ceiba pentandra (L.) Gaertn. | 5,500 | | | |
| Cordia alliodora R. & P. | 344,685 | | 737,158 | |
| Dacryodes excelsa Vahl. | | | 22,398 | |
| Dalberghia sissoo Roxb. | 60,920 | | | |
| Eucalyptus citriodora Hook. | 2,150 | | | |
| Eucalyptus resinifera Smith | | | 10,300 | |
| Eucalyptus robusta Smith. | 17,650 | | 80,910 | |
| Eucalyptus rostrata Schl. | | | 3,800 | |
| Eucalyptus spp. | 4,640 | | 3,380 | |
| Eugenia jambos L. | 1,975 | | | |
| Eugenia stahlii (Kiaersk)Krug & Urban | | | 6,500 | |
| Guarea trichilicides L. | 63,891 | | 125,401 | |
| Hymenaea courbaril L. | 3,900 | 544 | 14 | |
| Lucuma multiflora A. DC. | | 6,384 | | 15,293 |
| Mimusops nitida (Sessé & Moc.) Dubard | 19,450 | | 3,500 | |
| Montezuma speciosissima Sessé Moc. | 206,359 | | 142,785 | |
| Ocotea moschata L. | | 500 | 1,000 | 2,849 |
| Petitia domingensis Jacq. | 191,105 | | 10,010 | |

Table 3.— (Cont.)

| Species | Luquillo | | Toro Negro | |
|---|---|---|---|---|
| | Seedlings | Seeds | Seedlings | Seeds |
| | | Pounds | | Pounds |
| Sciacassia siamea (Lam.)Brit. | 43,155 | | | |
| Sideroxylon foetidissimum Jacq. | | | 2,075 | |
| Swietenia candollei Pittier | 405,742 | | 204,990 | |
| Swietenia macrophylla King | 700,460 | | 931,536 | |
| Swietenia mahagoni Jacq. | 963,902 | | 61,843 | |
| Tabebuia pallida Miers | 232,625 | | 42,200 | |
| Tectona grandis L. | 63,543 | | 1,500 | |
| Vitex divaricata Sw. | 9,300 | | 188,899 | |
| Total | 4,055,966 | 44,689 | 3,090,265 | 18,899 |

## Planting Practice

### Stock

Seedling and transplant nursery stock, seeds, and wildings have been used in planting. Most of the nursery-grown stock has been seedlings. Stock 12 to 24 inches tall has been considered optimum for planting. Good survival and growth was obtained by cutting back large stock of such species as Swietenia macrophylla King, Cordia alliodora R & P., Tectona grandis L., Vitex divaricata Sw., and Guarea trichilioides L. Usually stock was bare-rooted.

### Season

Planting at Luquillo has generally been confined to the rainy season in the summer and fall. Rainless periods as short as two weeks cause rapid drying of the topsoil which may be disastrous. The occurrence of such short rainless periods explains low survival even when monthly total rainfall may be normal. The effect of the short rainless periods is less noticeable at the higher elevations at Toro Negro.

### Preparation

Originally ground preparation consisted of cutting all woody vegetation of inferior species. This proved expensive and generally unnecessary. More recently volunteer trees have been left to grow.

Individual "coronas", or circular spots around each tree 2 to 3 feet in diameter, are freed of vines and herbaceous vegetation.

### Planting Methods

The pick-mattock has always been used because of the heavy soils and the abundance of rocks and large roots.

Spacing is irregular because of broken topography, rocks, and scattered natural vegetation. Trees have been generally spaced 6 x 6 or 8 x 8 feet.

Most of the plantations are now mixed to some degree as a result of heavy replantings using different species after the original species appeared to be failing.

## Plantation Care

### Weeding and Vine Cutting

Portions of the plantations have until recently been under combined agriculture and forest use. This method of plantation maintenance consists in growing subsistence crops between the rows of trees until the latter dominate. Weeding and vine cutting by hired crews, the only alternative to cultivation, had to be done at least annually and sometimes every three months to trees planted in the open. As a result maintenance of most plantations has been expensive.

### Pruning, Thinning, and Liberation

Pruning has been done in a few plantations but was discontinued because of lack of adequate supervisory help and due to formation of epicormic branches on pruned trees. With poor stocking, (and therefore wide spacing) most species formed large branches. In dense plantations pruning has hardly been necessary.

No thinning has yet been considered necessary because of the youth of the plantations, differences in tree ages, and generally low stocking.

Plantations under shade have required release. There has been evidence of serious suppression of broadleaved mahogany, Swietenia macrophylla King, in many plantations. During the last two years a considerable amount of liberation has been done. Generally, liberation was not done soon enough, as many trees had become misshapen.

## Cost of Plantations

The average costs for plantation establishment and maintenance are shown in Table 4. These costs include only stock, labor, and field supervision, not overhead.

Table 4.— Average cost per acre of planting and weeding in the Caribbean National Forest

| Forest units | Cost of initial planting | Cumulative cost at the end of 5 years | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Initial planting plus replanting | Weeding | Total |
| | Dollars | Dollars | Dollars | Dollars |
| Luquillo Division | 29.46 | 35.16 | 32.40 | 67.56 |
| Toro Negro Division | 22.40 | 33.01 | 32.18 | 65.19 |
| Caribbean National Forest | 27.12 | 34.45 | 32.33 | 66.78 |

The costs shown in Table 4 include only to the end of the first 5-year period. The total investment is higher, since in some plantations, vine cutting is still being done after 11 years. The relatively lower cost of initial planting at Toro Negro was the result of a large area in coffee shade where little preparation was done previous to planting.

The serious vine problem in plantations resulted in very high weeding costs. Cultivation by paroeleros also reduced weeding costs. Recently weeding costs have been further reduced by use of hardy species requiring little care.

Table 5.— Elements of initial planting costs, expressed as percent of total cost

| Division | Planting stock | Preparation | Planting | Transportation | Other |
|---|---|---|---|---|---|
| | Percent | Percent | Percent | Percent | Percent |
| Luquillo | 7.63 | 67.49 | 21.00 | 1.34 | 2.54 |
| Toro Negro | 18.99 | 57.33 | 23.48 | .50 | 1.70 |

Table 5 presents a further breakdown of costs. The higher cost of trees at Toro Negro is due to the use of local nurseries where costs of production were higher. Ground preparation is seen to be the most important factor in the cost of establishment.

## OBSERVED RESULTS PRIOR TO THE STUDY

Some of the results of the plantings were apparent soon after initiation of the work. Many plantations failed. The main factors contributing to early failures were low planting survival, intense weed competition, inadequate knowledge of the site adaptability of the species being used, and the use of large crews of relief workers. Low survival was the rule and repeated replantings were necessary. Planting species of climax forest, with their very specific needs regarding humidity, shade, and other environmental factors, on open, degraded sites is considered a main cause of failure. Competition with native vegetation for even a few months was a contributing cause. Whenever other species, better adapted to degraded sites were used survival was better.

It is evident now that in the early days regeneration problems were not being approached ecologically. A great part of this was due to lack of data and experience in regeneration problems at a time when work being financed from relief funds had to be carried out in a short period of time. A costly struggle against weeds was the logical consequence of trying to reforest such sites immediately with climax species.

Frequent weedings materially increased the cost of plantation establishment. Intercultivation of agricultural crops reduced weeding costs in some areas, although plantations so cared for do not now generally excel the others.

The failure of Spanish cedar, Cedrela mexicana L., on most sites, and the lack of adaptability of species like Dominican mahogany, Swietenia mahagoni Jacq., and teak, Tectona grandis L., to the humid mountains, in spite of success in drier areas, made it evident that we were dealing with a complex problem of site adaptability. Moreover, it was later realized we were trying to force pure stands artificially onto sites which differed widely from the favorable conditions under which these species regenerate naturally. A long process of trial and error was necessary before the site requirements of the different species were revealed. The problem was further complicated in some plantations where species with widely different rates of growth like capá blanco, Petitia domingensis Jacq., and Dominican mahogany, Swietenia mahagoni Jacq., were mixed resulting in the elimination of the slower growing species.

The sites to be reforested being very variable and the number of good planters few, the use of large crews of relief workers permitted careless work. Conditions improved when small crews of local experienced planters were substituted.

## METHODS OF STUDY

The study consisted of the interpretation and explanation of the condition of the surviving plantations and of failed spots. General observations made during a preliminary reconnaissance were checked by measurements in temporary sample plots.

In locations where trees had failed it was often impossible to determine what species had been planted, or at least which ones had been replanted following initial failure. In addition, it was often impossible to state with certainty the reasons for the failure. The best evidence available was that from the more successful plantations. This is a limitation of the study which results from the long delay between planting and organized re-examination.

Since the most important results of the study were expected to be findings regarding the adaptability of different species to different site conditions it was necessary to classify the sites.

### Site Classification

The factors which influenced success or failure of the plantations may be considered in three broad groups; climatic, edaphic, and biological.

Climatic factors are considered to have been minor in importance. Temperature and precipitation do not vary much from one locality to another. Sites which are "too wet" for some species are generally so classified because of characteristic soils rather than because of excessive precipitation. To date no hurricanes have affected the plantations.

Edaphic factors show a greater influence on plantation development. Both chemical and physical soil conditions, particularly the latter, are reflected in tree growth. The subsoil on part of the area has a low rate of infiltration, and some soils are underlain by clay pans. Examinations here often showed high water table as a cause of the rotting of the root systems of the seedlings. This is further reflected later in stunted development. Species which are successful in degraded sites, apparently are tolerant to such lack of drainage in the uppermost layers.

The entire complex of edaphic factors, as expressed by topography, shows a clearer relationship to plantation condition in the Luquillo Division than any other visible index of site. Topographically, the optimum areas are protected, humid concave slopes, in the humid coves at the base of long slopes. Here a certain amount of topsoil is contributed from the steep areas above and is deposited on this more gently sloping area. The convex slopes, or ridges, on the other hand, present a more adverse environment, due to greater erosion and exposure. Roberts (9) brings out this relationship in regard to coffee. "In equal areas crop production generally is about four times greater on concave than on convex slopes. The soils on the concave slopes are higher in organic matter and have thicker surface layers than those on the convex slopes, owing to a gradual accumulation of soil and plant nutrients."

In Toro Negro the same topographic features, ridges, slopes, and valleys, are evident, but plantation success is more directly related to the degree of past use than to topography. This is due, not to steeper slopes or more intensive use, but to the soil itself, which deteriorates very rapidly under cultivation.

The biological factors have consisted of insects, disease, and competition of natural vegetation. Insects and diseases have seriously interfered with the development of certain species. They are not local, however, and thus do not have an important bearing upon species-site relationships. They are more prominent on poor than on good sites.

Competition from natural vegetation is in some places so costly to combat that artificial regeneration is precluded. The presence or absence of such competing vegetation is a result of past land use. A grass cover is generally not as great a hindrance to reforestation as is the strangling growth of vines found on brush covered land or which springs up on areas free of vegetation at the time of planting. On the other hand, the soil beneath culled forest is in a better physical condition to sustain plantation growth than that which has been farmed.

Of all the site factors mentioned, those most useful for prediction of results to be expected elsewhere, are expressed by topography in the Luquillo Division, and by degree of erosion at Toro Negro. Therefore, except for brief notes regarding the other factors, sites were classed on the following basis:

Luquillo Division

1. Lower concave slopes and valleys (soil deposition from above and little or no soil loss)

2. Ridges, or upper convex slopes (soil less without replenishment)

3. Uniform slopes (between 1 and 2, soil loss and replenishment)

Toro Negro Division

1. Severely degraded soils

2. Slightly degraded soils

Because of the gradual running-together of these sites and because of the great variability of slope, even within an area as small as an acre more than one site is represented. A rough estimate of the plantation area in each site class in the Luquillo Division is as follows:

**Fig. 1.**—Eight-year old stand of *Calophyllum calaba* growing in a degraded site on an exposed ridge (top) and in a contiguous lower slope (bottom). (Rodal de *Calophyllum calaba* de 8 años, situado en sitio degradado y en un cerro expuesto (arriba); y en una ladera contigua a ese mismo sitio (Abajo).

| Site | Area (Acres) | Percent |
|---|---|---|
| Ridges | 1,256 | 32 |
| Lower slopes | 2,010 | 51 |
| Uniform slopes | 660 | 17 |

It was impossible to make a satisfactory estimate of the areas within the two sites differentiated at Toro Negro because of the extremely complex pattern. More than half of the area is believed to be severely degraded.

The gradient of these different sites varies. The ridges range from 15 percent upwards, mostly about 35 percent. The lower slopes vary from 5 to 30 percent, with the average between 10 and 15 percent. The slopes vary from 10 to 80 percent, with most of them between 20 and 30 percent.

## Procedure

Field work was conducted by personnel acquainted with the history of the plantations and with the sites. The crew consisted of two men, the leader being a technical forester. The second man was usually a foreman who had worked in the establishment or subsequent care of the plantations in the particular district being studied.

Previous work had shown the impracticability of adapting randomized sample techniques to these plantations. This is due to the great heterogeneity of sites, tree ages, and species. As a result it was decided to first make a general reconnaissance of the area, to be followed by a more intensive examination, based upon temporary sample plots in specific areas where site relationships were particularly apparent.

The reconnaissance consisted of walking through the plantations to find significant plantings and to draw conclusions as to general conditions. Wherever the condition of a plantation appeared to reflect a specific site condition a "site study" was made. Here the average diameter and height of the trees were estimated, and notes were taken as to the significant site relationships observed. All sites and species were included in these site studies. In the Luquillo Division 52 site studies were made and about the same number in the Toro Negro Division.

Upon completion of the reconnaissance the entire area was reconsidered to determine which of the sites studied would best show what might be expected in the way of growth and development where the trees were successful. In practice this meant a selection of the better stands of each species on each site. Here, 1/4-acre circular sample plots were laid out and all trees were measured as to diameter. Average and maximum heights were estimated to the nearest foot. Trees of satisfactory form and vigor, and which might be expected to become part of the final crop were classified as "good". The balance were considered "poor". The field work was facilitated by advance preparation of forms for reporting the data. About 6 weeks of crew time were required.

With the completion of the field work, measurements from different parts of the forest were compared and notes on the condition of trees, and stands were related to the three sites already prescribed.

## FINDINGS

The success of any plantation depended upon the techniques used in establishing and caring for it, and upon the adaptability of the species to the site. At this late date, several years after the establishment of most of the plantations it was nearly impossible to judge the results of the early work, except in regard to spacing and mixture of species. On the other hand, more recent planting, weeding, vine cutting, pruning, and liberation could be evaluated.

### Techniques

Techniques which appeared to deserve study included: (1) types of planting stock, (2) spacing, (3) mixture of species, (4) weeding and vine cutting, (5) pruning, and (6) liberation. As has been mentioned, no thinning has yet been done.

#### Planting Stock

Most species were successfully started in the field when transplanted bare-rooted. Wilding stock has proven successful with roble, Tabebuia pallida, Miers; guaraguao, Guarea trichilioides L.; tabonuco, Dacryodes excelsa Vahl; guasábara, Eugenia aeruginea DC.; guayabota, Eugenia stahlii (Kiaersk) Krug & Urb.; and laurel amarillo, Nectandra sp. Except with a few species the use of wilding stock has been considerably restricted by its scarcity.

Certain species do not survive the shock of bare-root transplanting. These include tabonuco, Dacryodes excelsa Vahl, and maricao, Byrsonima spicata (Cav.) DC. These species are propagated in tar-paper pots, as previously described in this journal (Vol. 3, No. 4, July 1942, pp. 158-163)

With several species there is an indication that planting of cut-back overgrown nursery stock (3 to 4 feet tall) improves survival and thriftiness.

Direct seeding, rather than planting, is generally indicated with large-seeded species. It has proven successful with maría, Calophyllum calaba Jacq.; jécana, Lucuma multiflora A. DC.; nuez moscada, Ocotea moschata L.; and guayabota, Eugenia stahlii (Kiaersk) Krug & Urb. Direct seeding of moca, Andira jamaicensis (W. Wright) Urb., and algarrobo, Hymenaea courbaril L., failed because of rodent injury to the seeds.

#### Spacing

The effectiveness of different spacings could be judged by the rapidity with which the plantations produced a closed canopy, and by tree form. Desirable spacing is determined by the rate at which a tree grows,

its ability to tolerate shade, and the degree to which it becomes branchy in the open. It was found that generally a spacing of 6 x 6 feet has proved satisfactory. Spacing of 5 x 5 feet has proven better for maría, Calophyllum calaba Jacq., because of its slow growth and branchy habit. Wider spacings lead to poor tree form and delayed canopy closure, requiring a longer period of vine cutting. Capá blanco, Petitia domingensis Jacq., becomes branchy very early, and therefore requires close spacing. Eucalyptus, on the other hand, grows rapidly and is intolerant so that 8 x 8-foot spacing seems best. With Eucalyptus so spaced the soil becomes covered in 3 or 4 years, and the trees do not become branchy, yet early thinnings are not required.

Mixture of Species

Although few of the plantations were established with the objective of obtaining a crop of more than one species, replantings of new species following failures produced mixtures almost everywhere. These mixtures indicate what might be expected where a deliberate effort is made to obtain a mixed stand.

The outstanding finding to date seems to be that both species of a mixture must be known very well before attempting to plant alternate trees or alternate rows to the two species. If not, one species will outgrow the other, with the result that an uneven-aged stand will develop, with the dominants which make the final crop nearly all of one species. The other species, even if shade tolerant will grow very slowly if suppressed throughout the life of the dominants and will at best provide thinning material. Shade intolerant species, such as roble, Tabebuia pallida Miers; Eucalyptus spp.; and maría, Calophyllum calaba Jacq. are not well adapted to mixture. On the other hand, pure plantings of broadleaved mahogany, Swietenia macrophylla King; cedro, Cedrela spp.; capá prieto, Cordia alliodora R & P.; and nuez moscada, Ocotea moschata L.; have not proven successful.

Weeding and Vine Cutting

Weeds and vines present such a barrier to tree development that without continual attention the first natural forest rotation following land clearing produces vine-entangled, poorly-formed trees, of value only for fuel. Even with such care only the more rapid growing and hardy species will assume dominance within a few years. Others require prohibitive investments in weeding and vine-cutting, over a period which may extend to 10 years or more.

Intercultivation of agricultural crops as a means of controlling plant competition was not successful. This was at least partly due to inadequate information regarding the relationship between crops and the trees. Where the trees failed and cropping continued, the soil deteriorated until it now represents one of the most difficult planting sites in the forest.

Weeding, the cutting of herbaceous vegetation other than vines, is of little value after the trees are 2 to 3 feet taller than this vegetation, regardless of whether the trees have yet formed a closed canopy. Vines, on the other hand, continue as a troublesome factor until the canopy closes.

Pruning

Artificial pruning has generally failed to justify the cost. This is in part due to the fact that large crowns develop where light is excessive and since pruning does not affect this basic condition, sprouts frequently form at the branch stubs, nullifying any value anticipated for the pruning. Pruning of dead limbs is unnecessary as a rule. Termites do the job as well as we could, and more promptly.

Observations indicate that pruning should be done indirectly by natural means through control of stand density, rather than artificially. The spacing required to effectuate prompt shedding of lower limbs need not be so close as to materially reduce growth.

Liberation

Liberation of the planted trees from overhead shade has been necessary wherever a few old trees were left at the time of planting, or where volunteer growth has overtaken the planted trees.

Results of past work point to the need for care as to the time and method of elimination of these larger trees. If liberation is done several years before the planted trees are large enough to form a canopy, the light admitted permits the invasion of vines which may require years to eradicate. Sometimes the elimination of the overstory in several light cuttings has avoided this danger. However, the more cuttings made, the more danger exists of damaging the planted trees. Large worthless trees have sometimes been girdled. Although this may produce a more gradual opening of the canopy, and although some of the branches may rot and drop before the tree falls, all control is lost as to the direction of fall.

Experience in liberation of plantations points to the desirability of carefully locating underplanted trees, not only so that they have room to develop, but also to avoid mortality at the time of liberation. Wherever spacing of 6 x 6 or 8 x 8 feet has been used, adequate stocking is left after careful liberation.

## Species Adaptability

Albizzia lebbeck (L.) Benth., albizzia, cassia amarilla

Albizzia has been little used for reforestation. It was planted to fill in blanks, mostly on degraded sites. Survival was good and trees are thrifty. It withstands weed competition. Three to four-year-old trees are less than one inch d.b.h., and not over 5 feet tall.

Andira jamaicensis (W. Wright) Urban, moca

Moca was direct seeded during the early years. Germination was fairly good, but mice ate the tender seedlings thereafter until not much was left of the original sowings. Natural regeneration is found scattered over all the plantations. Growth has been exceptionally slow. As a rule, trees were 5 feet or less in height when 8 years old. Form is shrubby. Seedlings in poor sites were chlorotic. It is no longer being considered for artificial reforestation.

Buchenavia capitata (Vahl) Eichl, granadillo

During 1939 a group of 200 seedlings were planted on an open-degraded site at Toro Negro. The largest tree was 1.9 inches in diameter and 10 feet tall after 6 years. It was thrifty and of very good form.

Bucida buceras L., úcar

Ucar was accidentally introduced at Toro Negro during 1937. A load of sand delivered from lower elevations contained a number of seeds. A few trees developed and have been growing well. On the average they were about 2 inches in diameter and 10 to 12 feet tall after 8 years. Form was good. Growth is slower than at lower elevation.

Byrsonima spicata (Cav.) DC., maricao

In the Luquillo Division maricao was planted on a limited scale, mostly on open degraded sites. Survival was very low. It is regarded as a difficult species to transplant. In a degraded site at 1,200 feet elevation 6-year-old trees were 1 to 2 inches in diameter and 12 to 15 feet tall, very thrifty and of good form. The good health of the trees in spite of adverse site conditions is striking.

A few trees were planted at Toro Negro at 2,900 feet elevation, on a very degraded slope. The trees were 3 to 4 inches in diameter and 12 to 15 feet tall after 9 years. Most of the trees were of poor form and chlorotic.

No insects or diseases have been noticed.

Calophyllum calaba Jacq., maría, Santa María

Because of its ability to survive on adverse sites and to compete with natural vegetation, maría has been widely used in plantations. It has shown adaptability to a wide range of conditions from the dry southwest to the humid areas at higher elevations. Direct seeding has been generally successful except where poor quality of seed has been used.

Fig. 2.—Reaction of different species to a degraded site: *Tectona grandis* in foreground, *Calophyllum calaba* in background, *Cordia alliodora*, single tree between the *Calophyllum*. (Como reaccionan diferentes especies en un sitio degradado: *Tectona grandis* en primer plano, *Calophyllum calaba* al fondo y *Cordia alliodora*, ejemplar que está solo entre los *Calophyllum*).

In one study, germination was negligible after the first sowing, but upon resowing with better seed, from which hollow fruits had been removed, 72 and 66 percent germination was obtained after 6 months and 1 year respectively.

Most of the maría stands were still too small to be worth measuring. The data in Table 6 are from one of the largest stands located on a high windy slope on a worn-out soil at about 1,200 feet elevation in the northern part of Luquillo.

Table 6.— Development of a pure maría plantation

5 to 8 years from seed

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | |
|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total |
| Inches | Pure, 5 to 8 years from seed | | |
| 1 | 76 | 32 | 108 |
| 2 | 176 | 44 | 220 |
| 3 | 64 | - | 64 |
| 4 | 28 | 4 | 32 |
| Total | 344 | 80 | 424 |

The 3-inch trees were 8 years old. Average d.b.h. of the trees of good form was 1.2 inches. The tallest trees were 20 feet high. In this plantation 13-percent of the trees 1/2 inch in diameter had been blown over.

Another plantation, located on a better than average site, at a lower elevation in southeastern Luquillo had an average diameter of 4 inches, and a maximum diameter of 6 inches at an age of 6 to 8 years. Average height was 20 feet and maximum height 25 feet.

Apparently growth speeds up (especially diameter growth) after the first 6-year period.

A 13-year old stand on the south side of the Luquillo Mountains less than 1,000 feet elevation had an average diameter of about 5 inches. The largest trees were 8 inches in diameter and 35 feet tall. On this site maría is superior to Honduras mahogany, maga, and capá blanco of

of the same age because of its good form and thriftiness. Pruning has been necessary in irregular and widely spaced stands.

Table 7.—Average growth of maría

| Site | Average age | Number of plots | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Ridge | 5 | 1 | .5 | 1.0 | 3 | 5 |
| | 8 | 1 | 2.0 | 3.0 | 11 | 20 |
| Slope | 4 | 1 | .5 | 1.5 | 8 | 12 |
| | 5 | 2 | .8 | 1.5 | 11 | 15 |
| | 6 | 2 | 1.2 | 2.0 | 9 | 12 |
| | 8 | 1 | 3.0 | 3.5 | 15 | 20 |

At Toro Negro 757 pounds of seed were sown direct at about 3,000 feet elevation. Survival was satisfactory and after 6 years, the trees are thrifty and 1 1/2 inches in diameter and from 3 to 8 feet tall.

No insects or diseases have been found which seriously affect maría. The leaves are commonly affected by galls but this does not seem to reduce growth.

Casuarina equisetifolia Forst., pino

Pino has been planted in the Luquillo Mountains by permittees living in the forest. Results are variable. In general survival has been low. Many trees became chlorotic and unthrifty except in a few places at comparatively low elevations.

The outstanding plantation near the northeastern boundary of the forest is on a good site at an elevation of about 500 feet. The land is agricultural, better than the average soil used in reforestation. Survival was high. At the age of about 8 years heights varied between 40 and 55 feet and the average diameter was 5 inches. One-third of the stand was 6 inches or over. This plantation had a basal area of 71 square feet per acre. Dominant and codominant trees account for over two-thirds of the basal area. Pino has been much more successful along the coastal plain and in the large river valleys.

Cedrela mexicana L., cedro

Cedar was one of the first species planted. It was planted over a large area and failed on most sites. Survival was generally 60 percent or more during the first year, but rapidly declined until few trees were left by the end of the second or third years. This problem is apparently largely one of soil-moisture relationships. Occasional thrifty trees are found scattered along roads.

Cedar has met with some degree of success only in a small stand on the south slopes of the Luquillo Mountains. The soil is Picachos stony clay, which is particularly poorly drained at this site. However, the trees are growing on a very thin layer of soil resting over a bed of boulders which provides very effective drainage. The area slopes from 8 to 20 percent and the elevation is not over 1,000 feet. The closest weather station, at 1,800 feet, registered an annual average of 149 inches of rainfall. Humidity is high, and soil moisture is ample. Trees planted 8 years ago had an average height of 20 feet and an average diameter of 5 inches. The largest trees were 25 feet tall and 9 inches d.b.h.

At Toro Negro a few trees remain healthy, growing on precipitous slopes in a dark colored clay loam at 3,000 feet elevation. The trees were 3 to 3 1/2 inches d.b.h. and 20 to 25 feet tall after 9 years. The shoot borer is a serious insect pest. Its attacks become more evident in unthrifty stands. The foliage is sometimes heavily attacked by a leaf hopper, Dikraneura cedrela, causing premature defoliation.

Large-scale plantings of cedar have been discontinued pending results of investigations.

Cedrela odorata L., cedro, cedro hembra

Our native species of cedar occurs over a wide range in humid areas at varying elevations but at present only scattered young trees are found. Seed trees are scarce and, moreover, they produce less seed and at longer intervals than C. mexicana.

Native cedar was planted during 1944 on an experimental scale at Toro Negro. Trees were planted on soils with different degrees of drainage. Some trees were planted on mounds. Results to date are inconclusive, some trees are chlorotic, others very thrifty.

Cedrela toona Roxb., cedro

This species was introduced in 1928 or 1929 from the East by the Forest Service. A stand of Cedrela toona, presumably planted in 1929, has attracted attention because of the thriftiness and better growth than Spanish cedar planted on a contiguous degraded site.

A group of 50 trees grown in three different locations less than 1,000 feet elevation, were measured about 15 years after planting. The trees varied from 1.5 inches to 11 inches in diameter. Average d.b.h. was 6.1 inches. Height varied between 15 and 30 feet.

The trunks are more solid than those of Spanish cedar. A wood sample showed development of a pink-red heartwood at an early age. The largest trees occur in depressions which seem to favor growth and thriftiness.

During March 1945 a small planting was made at Toro Negro, adjacent to plantings of native cedar of the same age, so it will be possible to compare the behavior of both species. Early survival was 100 percent.

Ceiba pentandra (L.) Gaertn., ceiba

This species is widely distributed in the island as isolated trees at medium elevations, particularly in dry habitats. It was planted in small amounts at Luquillo. These plantings failed, but not enough information was obtained to determine the cause of low survival.

Cordia alliodora R & P, capá prieto

Capá prieto seems to do best in well-drained sites without high rainfall.

Marshall (5) reports that in Trinidad capá prieto grows best between 50 and 75 inches of rainfall. This seems to check with our natural distribution.

Capá prieto has been planted in most localities at Luquillo. The trees remaining are scattered. Survival has varied but generally is low. Poor nursery stock and heavy attack of leaf-spot appear to have been contributing factors. In preliminary studies, stump planting has given very high survival.

The following growth measurements were taken from two plots on slopes in the western part of the Luquillo Mountains at about 1,000 feet elevation.

Table 8.—Development of capá prieto plantations

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total | Good | Poor | Total |
| Inches | Mixed 6 years | | | Mixed 8 years | | |
| 1 | 8 | 20 | 28 | - | 4 | 4 |
| 2 | 32 | 40 | 72 | 20 | 32 | 52 |
| 3 | 72 | - | 72 | 48 | - | 48 |

Table 8.—(Cont.)

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total | Good | Poor | Total |
| Inches | Mixed 6 years | | | Mixed 8 years | | |
| 4 | 28 | - | 28 | 28 | - | 28 |
| 5 | - | - | - | 12 | - | 12 |
| Total | 140 | 60 | 200 | 108 | 36 | 144 |

The 6-year-old stand is on a clay loam (Múcara) soil, mixed with several other species. The average d.b.h. of the good trees was 2.8 inches. Average height was 22 feet, the tallest trees being 26 feet. The 8-year-old plot is located higher up on a moister site in a heavy clay (Los Guineos). Average d.b.h. of the good trees was 3.5 inches. Average height was 25 feet, the tallest trees being 28 feet.

The growth rate from 10 site studies in the Toro Negro Division is shown in Table 9.

Table 9.—Average growth of capá prieto

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Slope | 7 | 6 | 2.0 | 3.0 | 10.5 | 17.5 |
| Valley | 8 | 4 | 2.3 | 3.2 | 13.0 | 21.0 |

The outstanding plantation in Toro Negro is on a loose clay loam of dark color, good texture, and stony at 3,200 feet elevation. The topography is precipitous. Growth and thriftiness have been very good in spite of intense weed competition. Average height was 15 feet, the tallest trees being 30 to 35 feet after 8 years. Survival was 85 percent one year after planting. The percentage of well-formed vigorous trees was exceptionally high.

Tree form is good in spite of open stands. So far it has grown well when underplanted in palm stands on heavy clays. Plantings 4 to 5 years old at about 3,200 feet elevation had an average height of 8 feet, with the tallest, 16 feet. Average and maximum diameters were 1 and 3 inches, respectively. Survival was very high and trees were thrifty.

Capá prieto does not show such a clear cut preference for fertile soils as broadleaf mahogany or maga, but should not be planted on very degraded soils. Trees grow well in upper slopes and ridges provided the soil has been kept in good condition by means of an overstory. The canopy should be gradually removed as capá is a light demander.

Large concentrations of this species should be avoided to prevent epidemics of insects and diseases which attack this species. It appears to mix well with guaraguao.

The Spanish elm lacewing bug, Monanthia monotropidia, affects the leaves severely. During dry years, this insect may cause injurious defoliation. Small seedlings and the nursery stock are heavily attacked by leafspot.

Dacryodes excelsa Vahl., tabonuco

Tabonuco is still one of the most abundant species in the Caribbean National Forest.

Very little planting has been done as it requires ball-of-earth transplanting. Even with this, survival is only fair. Direct seeding of a small area yielded poor results.

Small-scale plantings were made in 1936 along a river at Toro Negro at about 2,800 feet. Survival was low but the trees remaining are thrifty. Planting was done under an overstory of coffee shade. They were 1 1/2 to 2 inches d.b.h. and 10 to 14 feet tall after 9 years. Average growth was as follows:

Table 10.--Average growth of tabonuco

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Ridge | 9 | 1 | 2.0 | - | 10 | - |
| Valley | 9 | 2 | 1.5 | 2.3 | 10 | 14 |

Dalberghia sissoo Roxb., Dalberghia

Dalberghia was first planted at Luquillo in 1935. On heavy clays failure was soon evident in both survival and thriftiness. On a clay loam soil (Múcara) a majority of the trees were thrifty.

The best stand is found in a valley on the northwest side of the mountains at about 800 feet elevation. The soil is fertile and stony. The trees grew rapidly and were thrifty until they were over 4 inches in diameter and the tallest trees were 40 feet high. Then they were attacked by a disease whose outstanding symptom is a gum exudation. The exudation extends over most of the trunk but the injury apparently is caused by a root rot. Trees were also attacked by the pin-hole weevil, although this injury might be secondary on diseased trees. The percentage of dead trees was low but practically the whole stand showed gum exudation and pin-hole attack. There is a wide range in size. Diseased trees have produced abundant root suckers.

Eucalyptus citriodora Hook., eucalipto

A small stand was planted at about 2,800 feet elevation at Toro Negro about three years ago. The site is a poorly-drained and degraded clay. The average and maximum diameters were 2 inches and 3.8 inches respectively, with average and maximum heights of 12 and 20 feet respectively. Growth has been slower than for E. robusta and trees are not as vigorous.

A few trees of E. citriodora planted on the northwest slopes of Luquillo Mountains have average diameters of 1 to 2 inches. One of these trees was 11 inches in diameter. Height ranged between 30 and 35 feet. In this stand form is generally poor.

Fig. 3.— Good growth of a 5-year old plantation of Tabebuia pallida on a degraded site heavily invaded by grasses. (Esta plantación de Tabebuia pallida, de cinco años de edad, muestra crecer bien en sitios degradados que habían sido profusamente invadidos por gramíneas).

Eucalyptus resinifera Smith., eucalipto

There remains some question as to the identity of the trees planted in Puerto Rico under this name, but it fits most nearly the description of this species.

Survival has been high although trees were planted with bare roots.

Table 11.—Stand in Eucalyptus resinifera sample plot-slope

| D.B.H. | Tree form in group of 54 trees | | |
|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total |
| Inches | | | |
| 3 | 3 | 2 | 5 |
| 4 | 6 | 1 | 7 |
| 5 | 10 | 2 | 12 |
| 6 | 14 | 1 | 15 |
| 7 | 10 | - | 10 |
| 8 | 4 | - | 4 |
| 9 | 1 | - | 1 |
| Total | 48 | 6 | 54 |

In Toro Negro at about 3,000 feet elevation 90 percent of the trees are thrifty and of good form. Despite wide spacing the trees prune themselves very effectively. They are less tapering than E. robusta. Average and maximum heights are 40 and 55 feet respectively after 5 years.

Most of the stands are growing on a loose porous clay. Results were not very different on heavy clays. Since the stand is open, undergrowth consists of ferns, brush and tall herbs which grow undisturbed.

Height growth has been fast, over 8 feet per year. The new growth is subject to breakage by wind. No uprooting is evident.

Stands are not well stocked. A planting distance of 8 by 8 feet is adequate, provided a high initial survival is obtained. Replantings should be done soon, so as to have a uniform stand, which is important with very intolerant species. Weeding should be frequent during the first two years, after which little care will be necessary. With well stocked

plantations thinnings will probably be needed by the fifth year. Coppicing power is good. No insects or disease damage has been noticed.

Eucalyptus robusta Smith., eucalipto

This species of Eucalyptus has been extensively planted in the highlands in the last three or four years. It has been used to fill in blanks on degraded soils. Plantings at Toro Negro started in 1941 and have continued to the present.

The growth of the following group of trees on a poor heavily grazed site is typical.

Table 12.—Stand in Eucalyptus robusta sample plot-ridge

| D.B.H. | Tree form in a group of 66 trees | | |
|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total |
| Inches | | | |
| 1 | - | 2 | 2 |
| 2 | 3 | 14 | 17 |
| 3 | 14 | 4 | 18 |
| 4 | 12 | 1 | 13 |
| 5 | 14 | - | 14 |
| 6 | 2 | - | 2 |
| Total | 45 | 21 | 66 |

Elevation is about 2,800 feet. Average height is 26 feet, the largest trees being 36 feet after 4 years. Seventy percent of the trees are vigorous and of good form. The poor trees are those located on the worst sites or affected by weed competition or by grazing. In spite of its location in an exposed situation, this stand has stood strong winds well.

The following stand, about 4 years old, is growing in alluvial soil at 2,700 feet elevation at Toro Negro. The site has been cultivated and grazed.

Table 13.—Stand in Eucalyptus robusta sample plot-lower slope

| D.B.H. | Tree form in a group of 51 trees | | |
|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total |
| Inches | | | |
| 1 | - | 1 | 1 |
| 2 | 5 | 3 | 8 |
| 3 | 13 | 1 | 14 |
| 4 | 17 | 1 | 18 |
| 5 | 9 | 1 | 10 |
| Total | 44 | 7 | 51 |

Survival is high and 90 percent of the trees are thrifty and of good form. Here growth both in diameter and height, has been better than on the ridge. Average height was 30 feet, the maximum being about 40 feet. Eleven percent of the trees have been broken by winds at about one-third of their height. Undergrowth consists of vines, grasses, and low brush, which grow uninhibited beneath the light canopy.

There seems to be variation in the form of E. robusta. Many of the old specimens become misshapen and ugly, showing a twisted trunk. Trees in these conditionsare worthless, except for fuel.

Gummosis has been observed in a few trees, but gum exudation is probably normal. No injurious insects have been noticed. The coppicing power is high.

So far no thinnings have been made since stands are widely spaced.

Eugenia aeruginea DC., guasábara

Occasional trees of guasábara are found in the Central Mountains. They are fairly straight and of good size. The wood is durable when used in contact with the ground. During December 1944 a few wildings both with and without soil, were underplanted in palm stands in the eastern part of Toro Negro. In spite of the small and spindly stock used, survival was high in both cases. Trees are very thrifty but little growth has been made to date.

Eugenia jambos L., pomarrosa

Pomarrosa, an exotic from the East, has propagated itself in the moister parts of the island. The possibility of using this species to rebuild degraded soils, and for fuelwood has attracted attention. It has been suggested as a good undergrowth species for the high ridges and exposed sites where only a low type of forest and sierra palms grow.

Pomarrosa has been planted on an experimental scale in low brush and pastures and underplanted beneath palm stands. Results have shown that it can be established either by seeds (broadcasting and direct-seeding), wild or nursery grown plants. The use of seeds is certain, yet the resulting seedlings are slow in getting above weeds and brush. The results of planting stock have not been consistent, since pomarrosa plants are sensitive to root disturbances. A high survival has been obtained in the shady moist environment under sierra palm stands.

Eugenia stahlii (Kiaersk.) Krug & Urban., guayabota

Guayabota is one of the most common species at Toro Negro, especially at higher elevations. Since it produces large fruits regularly and in large amounts, it was considered a species to be established by direct seeding. A small plantation was established during 1936 on a worn out clay soil at 2,600 feet elevation. Survival was high but growth has been very slow. On the average trees were 1 inch in diameter and about 4 feet tall after 9 years. In 1944 an experimental underplanting of wildings was made under palm stands. Planting survival was very high and trees were thrifty, but growth has been very slow.

Fraxinus sp., fresno del Hawaii

Planting stock of this species was raised by the Forest Service in 1932 from seed imported from Hawaii. Superficially this species is undistinguishable from F. americana. During February 1933 a narrow section was planted near Guineo Lake at 3,000 feet elevation in Toro Negro in the open and in a degraded site. Early examinations showed good survival and thrifty trees. However, the trees were heavily attacked by scale insects so that shoots repeatedly died back. Growth has been relatively slow. After 12 years the bulk of the trees in the best plantation are 4 inches or less in diameter. Average height is about 15 feet, the largest trees being 20 feet. About 50 percent of the trees are of poor form. Trees along the road had the largest diameters but were short and seldom straight.

Guarea trichilioides L., guaraguao

Guaraguao is one of the most common species in humid forests. Survival of plantations is high but some are unthrifty. In the open, degraded areas seedlings have become chlorotic and stunted. Elsewhere, on better sites, especially under a shelterwood, trees are 1 to 3 inches in diameter and 6 to 15 feet in height after 8 years. In openings the trees produce a short trunk and a heavy crown.

A planting during 1944 of wildings on a very favorable site shows early survival of about 90 percent. The wildings, which had been cut back to about 2 feet at time of planting, were healthy and vigorous. The use of large stock (up to 1 inch diameter) is advantageous since the trees then outgrow the weeds sooner. The rate of growth has been medium to slow.

During 1939 and 1940 palm stands were underplanted at 3,000 feet at Toro Negro. Survival is high. The trees were thrifty, 1/2 to 1 inch in diameter, and 5 to 10 feet in height when 5 to 6 years old. The growth of guaraguao is shown in detail in Table 14.

Table 14.—Average growth of guaraguao

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Slope | 6 | 1 | 1.5 | - | 12 | - |
| Valley | 4 | 1 | .5 | 1 | 6 | 10 |

Growth is slower than that of capá prieto, maga, and broadleaved mahogany.

Guaraguao is an undertory species and thrives best under forest conditions. Thus, plantings on degraded sites in the open generally fail. It should mix well with a faster-growing species like capá prieto, since it is shade tolerant.

Insects have not attacked this species. Wildings are attacked by a leaf spot, but this disease has not been important to date.

Hymenaea courbaril L., algarrobo

Algarrobo occurs at lower elevations in the Luquillo Mountains but it is not found within the Toro Negro Division. Because of the fact that it sprouts well it is persistent in culled stands.

Algarrobo was direct-seeded on the west side of the Luquillo Mountains at about 1,000 feet where it occurs naturally. Survival was very low because mice ate the succulent leaves. Growth has been slow. Average growth from site studies is as follows:

Table 15.—Average growth of algarrobo

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Ridge | 8 | 2 | .7 | 1.6 | 7 | 12 |

On poor sites, trees 8 years from seed were not over 2 inches d.b.h. and 12 feet tall. However, they can thrive on poor exposed sites better than most valuable species. Seedlings can be started under a canopy, but soon need full overhead light for best growth.

Tree form at first is shrubby, similar to other leguminous species, but after it reaches 6 to 8 feet in height a main leader is formed.

Algarrobo is generally free from insects and diseases.

Lucuma multiflora A. DC., jácana

Jácana is a large tree of humid forests. It has been planted mainly to fill-in blanks or failed spots on a variety of sites. It was also underplanted and seeded in the open. Originally it was thought that jácana was suitable for poor soils, but it has been found that there it becomes chlorotic and stunted. On better sites, especially under a shelterwood, it is vigorous and grows fairly rapid.

Five-year-old stands on favorable sites under a canopy were 1 to 2 inches in diameter and 10 to 20 feet tall. A 6-year-old stand raised under shelterwood had 79 percent of the trees of good form. Average diameter was 2.3 inches. Average and maximum heights were 20 and 25 feet respectively. This is better than the average stand. On good sites, jácana grows faster than maría, but slower than capá prieto or broadleaved mahogany. When growing in the open, trees have a tendency to spreading, branching form, a further reason for seeding under an overstory.

Survival has been fair to good, although at times germination has been slow. Wildings have been used with good results under favorable conditions.

Surviving plantations are so small that no sample plots could be established to measure increment. Diameter and height growth from the study of a favorable site were as follows;

Table 16.—Average growth of jácana at Luquillo

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Slope | 5 | 1 | 2.0 | 2.0 | 15 | 20 |
| Slope | 6 | 1 | 3.0 | 4.0 | 18 | 24 |

At Toro Negro, growth has been slower than at Luquillo and follows closely the quality of the site. Stands 8-year-old from seed were on the average 1 inch in diameter and 12 feet in height with a maximum of 2 inches and 18 feet, respectively. An open-degraded slope trees of the same age were less than 10 feet tall.

The growth rate of jácana at 2,500 feet elevation in Toro Negro is shown in Table 17.

Table 17.—Average growth of jácana

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Slope | 6 | 7 | 1.0 | 2.0 | 6.5 | 20 |
| Ridge | 8 | 2 | 1.4 | 2.4 | 9 | 12 |
| Valley | 7 | 3 | 1.3 | 2.0 | 10 | 15 |

Jácana has proven to be unusually free of insect and disease attacks.

Mimusops nitida (Sessé & Moc.) Dubard, ausubo

Ausubo is one of the most valuable timbers of the island. It is a wood of great beauty, very durable, and suitable for heavy construction. Mostly because of the failure to obtain seeds in the necessary amounts, it has been planted on a small scale. Ausubo is shade-tolerant and seedlings seem to prefer the favorable soil and humidity of dense shelterwoods.

Five-year-old trees underplanted in a good site under a high canopy have an average diameter of 2 inches and are 15 to 20 feet tall. A very high survival is possible. Trees are generally thrifty and of excellent form. This rate of growth is about equal to that of jácana and faster than that of maría.

Table 18.—Average growth of ausubo

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Slope | 9 | 2 | 1.8 | 2.7 | 7 | 14 |

High survival, good growth, thriftiness, good form, plus the value of the wood recommend it as a logical species for underplanting. Management of the natural stands can increase the stocking of ausubo considerably. Planting will only be necessary in those forests where seed trees and reproduction are lacking.

Montezuma speciosissima Sessé & Moc., maga colorada

Maga grows best on the valleys and lower slopes. In eroded heavy clay soils, trees become chlorotic and stunted. Survival is generally high in favorable sites. The following plot was measured in a 45-percent clay loam soil (Múcara) under cultivation and at 1,000 feet elevation or less. It is the best stand of this species at Luquillo. The average trees were 30 feet tall, and the tallest, 40 feet. The average diameter of the trees of good form was 2.9 inches. Spacing is close, contributing to good form.

Table 19.—Stand in maga sample plot-slope

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | |
|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total |
| Inches | Mixed stand, 8 years | | |
| 1 | - | 8 | 8 |
| 2 | 56 | 56 | 112 |
| 3 | 132 | 16 | 148 |
| 4 | 24 | - | 24 |
| Total | 212 | 80 | 292 |

The following stand is growing on a favorable Múcara slope in the same general locality.

Table 20.—Stand in maga sample plot-slope

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | |
|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total |
| Inches | Mixed stand, 5 years | | |
| 1 | 4 | 80 | 84 |
| 2 | 96 | 176 | 272 |
| 3 | 100 | 132 | 232 |
| 4 | 4 | 32 | 36 |
| Total | 204 | 420 | 624 |

This plantation has been raised under a tall canopy and has not been cultivated. Although conditions are very favorable, only 33 percent of

the trees are of good form. Average and maximum heights were 15 and 20 feet respectively.

Unless trees are in a closed stand and on a favorable site, they form a wide crown and often lean over. This results in the production of suckers and sprouts. In addition, the bases of the side branches enlarge, producing a very irregular poor-shaped trunk. Since sprouts are produced freely, pruning does not seem to be of great help.

Results obtained do not warrant future extension of maga plantations or replantings in the Luquillo Mountains, even on the most favorable sites.

At Toro Negro survival is high in the valleys but poor on the ridges. As at Luquillo, it requires the deeper soils at the base of slopes and along the valleys for satisfactory growth.

The data in Table 21 show a stand which was originally mixed with Spanish cedar, but where now only maga remains. Elevation is about 2,500 feet.

Table 21.--Stand in maga sample plot - valley

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | |
|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total |
| Inches | Pure stand, 8 years | | |
| 1 | - | 28 | 28 |
| 2 | 20 | 64 | 84 |
| 3 | 120 | 48 | 168 |
| 4 | 52 | 12 | 64 |
| 5 | 16 | 4 | 20 |
| Total | 208 | 156 | 364 |

On the average, the trees were 8 years old and 25 feet tall, the tallest trees being 45 feet. Fifty-seven percent of the trees were classified as vigorous and of good form. This stand is better than the average.

At Toro Negro trees have well-formed trunks free from swellings or cankers. They are free from sprouts and are pruning naturally very well. Even along the road where they receive light from all sides form is good.

A more favorable light relation may be one of the causes of the good form of trees here as compared with Luquillo. This also suggests very strongly the existence of different strains or varieties. Form and vigor are possibly hereditary characters.

The following table shows the average growth at Toro Negro.

Table 22.— Average growth of maga

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Slope | 6 | 2 | 2.0 | 3.0 | 15 | 21 |
| Valley | 6 | 5 | 2.3 | 3.2 | 18 | 24 |

Very rapid growth is shown especially in the valley. This is a better rate of growth than for most of the species planted at Toro Negro. Rapid growth, good form, and freedom from cankers and sprouts, make the maga in Toro Negro as good as the best in any part of the island.

Thinning of defective trees does not have a high priority since many of them have been left behind and will be eliminated.

Because of the passage of part of the life cycle of the pink cotton boll worm on this species, further planting has been suspended until the significance of this point is definitely settled. On unfavorable sites trees show a high infection of leaf spot. Chlorosis is not general. The fruits are a favorite food of the cotton stainer. No other diseases have been observed.

Nectandra membranacea (Sw.) Griseb., laurel amarillo

Laurel amarillo is an aggressive species that invades pastures and brushland. It comes early during re-establishment of tree cover. Wildings were planted under a canopy with good results. Survival was high and growth was fair. Trees are very thrifty.

Ocotea moschata L., nuez moscada

Nuez moscada has been planted in small amounts. It does well under a canopy forest-like conditions. Direct seeding is practical.

A few trees probably 6 years old, under an overstory in the western part of the Luquillo Mountains had diameters between 1.2 to 1.7 inches and an average height from 12 to 15 feet. The trees were thrifty, and of very good form. No injurious insects or diseases have been noticed.

Three trees planted about 25 years ago were found on a high eroded ridge in the same vicinity at about 1,000 feet elevation. On the average they were about 35 feet tall, 11 inches d.b.h., very thrifty, and of good form.

During 1945 an experimental seeding of 43 acres was made at 2,800 feet at Toro Negro, mostly under coffee shade. Germination was high. After two years, survival was 40 percent. Stands are spotty. After more than 9 years, older trees on good sites were 1 to 2 inches d.b.h. and 8 to 12 feet tall.

Attacks of leaf roller were severe at first and it was feared that it could become epidemic, but recently conditions have improved. It is now believed that trees will grow well in spite of it. The following growth was shown by site studies.

Table 23.—Average growth of nuez moscada

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Valley | 9 | 3 | 1.2 | 1.8 | 8 | 12 |

Nuez moscada is considered suitable for underplanting. It is easily established by direct seeding. Seed crops are produced regularly and in good amounts. Tree form is very good and its wood is rated very high locally. Large pure plantings should be avoided because of the danger of leaf-roller attack.

Petitia domingensis Jacq., capá blanco

Capá blanco is fairly common at low and medium elevations throughout the island. Planting survival has been generally high, and in most plantations about 60 percent of the original trees remained at the end of the third year. The trees are thrifty and show great ability to stand weed competition.

After roble and maría, capá blanco is considered the best species on poor sites. It grows well in convex as well as concave slopes, although the form of trees is better in the latter. It seems better adapted to the more porous soils like Múcaras and those derived from quartz-diorite. It should not be considered for heavy clays in high rainfall areas.

The stands shown in the table below were measured in a clay loam soil (Múcara) in both pure and mixed plantations. Slopes varied from 45 to 60 percent.

Table 24.—Stands in capá blanco sample plot - slope

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total | Good | Poor | Total |
| Inches | Pure stand, 6 years | | | Mixed stand, 6 years | | |
| 1 | - | 8 | 8 | - | 96 | 96 |
| 2 | 24 | 52 | 76 | 192 | 100 | 292 |
| 3 | 232 | 64 | 296 | 80 | 16 | 96 |
| 4 | 172 | 4 | 176 | 8 | - | 8 |
| 5 | 12 | - | 12 | - | - | - |
| Total | 440 | 128 | 568 | 280 | 212 | 492 |

In the pure stand, the percentage of satisfactory trees was 78 while in the mixed stand it was only 58.5 percent. Average d.b.h. of satisfactory trees was 3.45 inches and 2.38 inches respectively. Average height was less than 25 feet. The mixed plot was inferior because of a somewhat poorer site and the competition of teak. Teak is doing fairly well at this site, and being a more rapid grower than capá, has outgrown the latter both in height and diameter. As capá is intolerant of shade its growth has diminished.

Unless capá grows with some degree of side shade, it develops a large round crown with several thick branches and excessive taper. This condition is extreme on poor sites.

With care straight trees can be produced most easily on lower slopes and valleys. Planting distance should not be over 6 feet. Closed stands should be maintained early in the life of the plantation. Mixture has been unsuccessful with species of a different rate of growth.

Fig. 4.- An 8-1/2 year old mixed stand of Swietenia macrophylla and Petitia domingensis in a lower slope and in a good site. The stand was raised under a forest canopy. (Un rodal mixto de 8 anos y medio de Swietenia macrophylla y Petitia domingensis en una ladera baja y en un sitio bueno. El rodal creció bajo un dosel forestal).

No thinning has been needed to date. It is somewhat late to do pruning in the older plantations. However, some good could still be done by pruning some of the crop trees.

So far no injurious insects and diseases have been observed.

Capá blanco does not seem to have the timber-producing possibilities of capá prieto or ausubo, or the ability to grow on the worst sites comparable to roble and maría. It is a rather small tree, and logs of full grown trees are often knotty and of poor shape.

Sciacassia siamea (Lam.) Britton, cassia

This exotic, used mainly for fuelwood was planted in 1936 at about 400 feet elevation on the northeastern slopes of the Luquillo Mountains, to get a quick cover and an overstory for slower-growing Dominican mahogany. Rows were spaced 24 feet apart with three rows of mahogany between each two rows of cassia. Trees were spaced 6 feet in the rows. The site is a fairly good Catalina clay with a 30 percent slope. Since the Dominican mahogany did poorly and spacing between rows of cassia was wide, the trees branched considerably. Survival of cassia was high. Fifty percent of the trees were classified as of good form. The average diameter of these stems was 5.2 inches. Average height was 30 feet and maximum 40 feet after 8 years.

Two to 3-year-old trees in open weedy slopes near this site varied between 1 and 2 inches in diameter, and 15 to 20 feet in height. Survival and thriftiness were good.

Since in this forest cassia does not satisfy any special purpose, it should not be planted on other than an experimental scale.

Sideroxylon foetidissimum Jacq., tortugo amarillo

This species is common in the dry coastal lowlands. A few trees were planted along a river at Toro Negro. They are thrifty, but only about 4 feet tall after 7 years. Although they may grow to full size, it is evident that they are out of place in the Central Mountains.

Swietenia macrophylla King, caoba hondureña
Swietenia candollei Pittier, caoba venezolana

These two species will be discussed together because for practical purposes they are indistinguishable.

Since 1936 planting of these species has been done in large amounts in almost every plantation.

Broadleaved mahogany requires lower slopes and valleys for best results. On degraded slopes and ridges it becomes stunted, and not being able to cope with shoot borer attack, it eventually dies or becomes so unthrifty as to be of no value. In the more exposed less humid areas of

about 500 feet elevation on the northwest and west sides of the Luquillo Mountains it has made poor growth.

The following are growth measurements in one of the oldest mahogany stands in Luquillo. It was established on a lower slope which had been cultivated previously and evidently was somewhat degraded at time of planting. It is probable that the stand was intercultivated with agricultural crops.

Table 25.—Stand in broadleaved mahogany sample plot - slope

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | |
|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total |
| Inches | Mixed stand, 13 years | | |
| 3 | - | 4 | 4 |
| 4 | 12 | 12 | 24 |
| 5 | 28 | 32 | 60 |
| 6 | 48 | 20 | 68 |
| 7 | 48 | 12 | 60 |
| 8 | 32 | 16 | 48 |
| 9 | 32 | 8 | 40 |
| 10 | - | 4 | 4 |
| 11 | - | 4 | 4 |
| Total | 200 | 112 | 312 |

Sixty-four percent of the trees were well-formed and vigorous. The average length of the first log is only 14 feet. The trees branch considerably and most trunks show characteristic irregularities and swellings above the first log.

The following stand was established in a good site on the north side of the Luquillo Mountains. Average annual growth was 5 feet, the tallest trees being 45 feet.

Table 26.— Stand in broadleaved mahogany sample plot - valley

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | |
|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total |
| Inches | Mixed stand, 7 years | | |
| 2 | - | 28 | 28 |
| 3 | 56 | 92 | 148 |
| 4 | 156 | 32 | 188 |
| 5 | 80 | 4 | 84 |
| 6 | 20 | 8 | 28 |
| Total | 312 | 164 | 476 |

This is one of the best stands, located on fertile soil of colluvial terraces. Drainage is good because of a steep slope and stony soil. Broadleaved mahogany seems to prefer humid areas and clays in environments very similar to coffee plantations.

Results from other stands in lower slopes and valleys are shown below.

Table 27.— Stands in broadleaved mahogany sample plot - valley

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total | Good | Poor | Total |
| Inches | Mixed stand, 6 years | | | Mixed stand, 7 years | | |
| 1 | 4 | - | 4 | - | - | - |
| 2 | 8 | 56 | 64 | - | 120 | 120 |
| 3 | 80 | 52 | 132 | 132 | 148 | 280 |

Table 27.—(Cont.)

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total | Good | Poor | Total |
| Inches | Mixed stand, 6 years | | | Mixed stand, 7 years | | |
| 4 | 60 | 8 | 68 | 144 | 56 | 200 |
| 5 | 12 | - | 12 | 52 | 52 | 64 |
| 6 | - | - | - | 4 | - | 4 |
| Total | 164 | 116 | 280 | 332 | 336 | 668 |

Average annual height growth for the 6-year-old stand was 5 feet, and 4 feet for the 7-year old plantation, in which the tallest trees were 40 feet tall. Both are located on good sites, but the older plantations have been suppressed by an overstory of second-growth trees, a fact which apparently retarded growth and contributed materially to the number of poor trees.

Survival of broadleaved mahogany is generally good. On a favorable site establishment is easier than for most species of hardwoods. Form is good on suitable sites, the trees not branching until after they are 30 feet tall. Shoot borer attack, which is high, causes branching unless the tree is growing vigorously. When growing together with bananas, the leaves of the latter should be trimmed to prevent any suppression of the rapidly-growing leader. A high overstory is to be preferred.

Shoot borer attack and windfall of trees should be no great problem in well-managed stands. A high percentage of trees ultimately became well anchored on favorable sites. It is evident that broadleaved mahogany will not be planted to an extent comparable to the past. The sites to which it is best adapted are in high demand for subsistence agriculture.

The best 8-year old trees on good coffee sites in eastern Toro Negro are 3 to 4 inches in diameter and 30 to 35 feet high. On the average, trees are smaller and spindly. On heavier soils at Toro Negro trees are poor, from 2 to 2.5 inches in diameter and 13 to 15 feet tall.

The coffee shade was gradually removed to avoid suppressing the mahogany. The last examination in January 1945 showed a discouraging situation even in the good sites. Trees were weak, too tall for their small diameter, and had failed to develop a good crown. The few leaves

left had an unhealthy light green color. Since the mahogany had not formed a canopy to shade the soil it is probable that complete removal of the overstory brought about site deterioration and unfavorable ecological relations.

Windthrow has been very high and continuous. In the less favorable sites at Toro Negro mahogany was considered a total loss. A fair number of the trees can be expected to develop among the coffee plantations of this area, yet situation as a whole is not encouraging.

Shoot borer is not considered the main cause for the poor condition of the trees. Many trees were girdled by mice.

Pure planting should not be repeated. Introducing groups of mahogany into either the natural forest or in artificially established stands in the most suitable sites seems to be a safer procedure.

Swietenia mahagoni Jacq., caoba dominicana

Caoba was planted on large areas on the southern and northeastern sides of Luquillo Mountains, although smaller amounts are found elsewhere in this range. Its poor showing was apparent very soon after planting. Survival was fair to low. Plantations on the south side developed very well upon a well-drained clay loam (Panduras), but is being eliminated by the more vigorous and more rapid-growing capá blanco with which it is mixed. Attacks of leaf blight are frequent. Being a slow grower, it stays for a long period within the reach of vines and suffers correspondingly. Stands have been r eplanted with more successful species which are eliminating the mahogany.

At Luquillo, very few stands of this species have been successful, thus, none of the sample plots measured contained many good trees. The following data were estimated.

Table 28.--Average growth of Dominican mahogany

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Ridge | 8 | 4 | 2.4 | 3.4 | 12 | 18 |
| Slope | 8 | 5 | 1.5 | 2.2 | 18 | 9 |
| Valley | 8 | 3 | 1.8 | 2.5 | 12 | 16 |

Not much difference was evident among the different sites. Growth in diameter was good, yet increment in height was poor. Trees were stunted wide crowned, about 15 feet high or less after 8 years. Shoot borer attack was very severe. On the better sites counts showed from 10 to 30 percent of well-formed trees which will probably make crop trees.

A stand on the northwest side of Luquillo Mountains, planted in 1929 furnishes evidence of what can be expected under similar conditions. The plantation was measured in 1944. The site is a degraded heavy stony clay (Catalina) on rolling topography at about 500 feet elevation. The average tree height is about 18 feet, the tallest trees being 25 feet. Trees are flat-topped and stunted, of poor form, and heavily attacked by shoot borer and leaf blight.

West Indian mahogany is not adapted to the high rainfall areas in Luquillo and the Central Mountains. It should be limited to the drier portion of the island where it grows well.

Tabebuia pallida Miers, roble

Roble forms pure or almost pure stands by invading grasslands and degraded soils. It is a small to medium size tree. Usually it does not produce sawtimber but special items in high demand in rural communities.

Most plantations are young, thus only one stand was measured. The following data were obtained from a stand growing in an eroded ridge in heavy clay (Los Guineos) on the northwest side of Luquillo Mountains at 1,200 feet elevation. Age from planting was estimated at 5 years.

Table 29.—Stand in roble sample plot - ridge

| D.B.H. | Tree form and number per acre |
|---|---|
| | Good |
| Inches | Pure stand, 5 years |
| 1 | 16 |
| 2 | 32 |
| 3 | 76 |
| 4 | 36 |
| Total | 160 |

Average height was 8 feet, the tallest trees being about 16 feet. The average diameter was 1.9 inches and all trees were classified as good.

Average growth, calculated for five different locations all on ridges near this site are as follows:

Table 30.—Average growth of roble

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Ridge | 5 | 5 | .28 | .41 | 1.6 | 2.0 |

Another stand on an eroded heavy clay was 12 to 15 feet tall with average and maximum diameters of 1.5 inches and 2.6 inches respectively, at the age of 4 to 5 years.

Its seeding habit and adaptability to the worst sites makes it a very aggressive pioneer species. It survives well humid waterlogged sites.

Wildings are successful and they are found in good amounts, thus greatly facilitating establishment of plantations.

For the present no thinning is necessary. In older natural stands thinning usually yield saleable posts and poles.

Damage from insect and disease, if any, is not important. At lower elevations and where it is subject to artificial and unfavorable situations, along avenues and in backyards, trees may be heavily attacked by a witch-broom. At Luquillo this condition has been noticed but does not look serious. A shoot borer is common, but attacks are of little consequence.

Tectona grandis L., teca

Plantings of this species were small and very scattered. It was not possible to control weeds as well as is necessary for best growth. Survival was generally very low.

One of the successful stands is located along a small stream on a well drained stony alluvial soil at 500 feet elevation. The plantation is 5 years old, with average and maximum diameters of 4 and 8 inches respectively. Heights average 40 feet and 45 feet as the maximum. The stand is thrifty and the dominant trees are of good form. The smaller trees are branchy. The stand is closed and teak is mixed with capá prieto, maría, and Dominican mahogany. Teak is clearly dominant.

In a steep shallow slope (Múcara) in the northwestern Luquillo at 1,000 feet elevation survival is very high after 6 years. Seventy-three percent of the trees are of satisfactory form. Average diameter was 3 inches and height 25 feet.

Table 31.—Stand on teak sample plot - slope

| D.B.H. | Tree form and number per acre | | |
|---|---|---|---|
| | Good | Poor | Total |
| Inches | Mixed stand, 6 years | | |
| 1 | 4 | 28 | 32 |
| 2 | 16 | 54 | 70 |
| 3 | 236 | 12 | 248 |
| 4 | 32 | - | 32 |
| Total | 288 | 94 | 382 |

Contiguous to this stand, but in the valleys and lower slopes, trees reach diameters up to 4.5 inches and heights up to 45 feet.

Growth in this plot has been slower because the soil is shallow. Teak was at least 3 feet taller than the capá blanco with which it is mixed. The Múcara sites in the western part of Luquillo are probably suitable since rainfall is not over 80 inches, and soils are well-drained. However, the sites which are good enough for teak are in high demand for agriculture.

So far no serious insects or diseases have been noticed. Teak has proven to be an exceedingly hardy species.

About 1,500 seedlings were planted at Toro Negro during 1938 and 1939 at about 3,000 feet elevation and in heavy clay soils. The few trees which survived were not much taller than at time of planting. The

belongs to a less mesophytic forest at lower elevations. No further trials should be made at Toro Negro.

Triplaris americana L.

This South American species was introduced during the last 10 or 15 years, so no large trees are found. It is fast becoming popular as an ornamental because of its rapid growth, erect and graceful form, and showy pink red blossoms.

A group of 19, 6 to 7-year old trees in an alluvial well drained soil at about 500 feet elevation have an average diameter of 4.6 inches, being 15 to 22 feet in height. They varied from 2 to 7 inches in diameter. They have received good care and kept free of weeds. Natural reproduction around seed trees is abundant in spite of heavy weed growth.

This tree has been considered with possibilities as a plantation tree because it is well-formed, grows rapidly, and prefers openings in nearly pure stands. Preliminary data from other forest units show that its survival has been low and that a high percentage of the trees become unthrifty on poor sites.

Vitex divaricata Sw., higuerillo

Higuerillo is widely distributed in the humid forests from the coast to the higher elevations. It occurs sparingly but is of more common occurrence in the Central Mountains. Scattered trees persist long after the forest has been cleared. Large specimens are found isolated in clearings and pastures. During 1938 higuerillo was planted in small amounts on the northwest side of Luquillo Mountains at 500 to 1,000 feet. It has been planted much more extensively at Toro Negro.

Survival has been fair. It is able to compete with weeds and has been planted in the open in degraded clay soils. On such sites its growth has been rather slow.

Higuerillo is a strong light demander and needs at least full overhead light. It does very well when planted in large openings in the forest. When intimately mixed with faster-growing species, it will probably be eliminated. Side-shade is helpful in improving tree form. Trees branch somewhat, although not so much as capá blanco. Pruning should improve tree form.

Higuerillo has not been very successful in the Luquillo Division. It is growing slowly and although it is growing relatively well on eroded soils, these can be utilized better by roble.

Because of scattered trees sample plots were not measured. The following table shows the average growth from site studies in the Luquillo Division.

Table 32.—Average growth of higuerillo

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. | | Height | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Average | Maximum | Average | Maximum |
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Ridge | 5 | 1 | 1.0 | 1.5 | 10 | 12 |
| Slope | 5 | 1 | 1.5 | 3.7 | 12 | 15 |
| | 6 | 3 | 1.2 | - | 11 | - |
| | 8 | 2 | 1.6 | 2.5 | 19 | 24 |

Hardly any stand has reached 25 feet in height, even though the trees were eight years old. Higuerillo has grown slower than capá blanco where planted together.

At Toro Negro, except at Guineo Lake, and on the better sites, growth has been slow. A high percentage of trees are of poor form. Survival has been good, considering the poor sites. A 9-year-old open grown stand in a degraded slope at about 3,000 feet on heavy clay (Los Guineos) has average and maximum diameters of 2 inches and 3.6 inches respectively, and average and maximum heights of 12 and 20 feet. When underplanted in sierra palm stands in the same locality 4 and 5 year-old trees are 1/2 inch to 1 inch in diameter and 5 to 8 feet tall, thrifty, and of good form.

Best stands are found in the lower slopes of the loose clay loam soils (Alonso) where trees four years after planting were 1 to 2 inches in diameter and 8 to 12 feet in height.

Higuerillo has proven capable of growing well when planted in the forests at high elevations among natural stands of Micropholis and similar species. It does well when underplanted under sierra palms if the stand admits enough light.

The following average growth is from site studies in Toro Negro.

Table 33.—Average growth of higuerillo

| Site | Average age | Number of locations | D.B.H. Average | D.B.H. Maximum | Height Average | Height Maximum |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Years | | Inches | Inches | Feet | Feet |
| Slope | 5 | 7 | 1.2 | 1.9 | 8 | 11 |
| Valley | 4 | 1 | 1.0 | 2.0 | 8 | 12 |

There are no serious disease or insect pests, yet in some localities the foliage is heavily attacked by a leaf roller. A mite causing swollen and chlorotic areas in the foliage is common when growing seedlings under shade.

Vitex sp.

An introduced species of Vitex, whose description checks well with that of Vitex parviflora from the Philippines, was planted at about 1,200 feet on the northwest side of Luquillo Mountains in 1938. Records of its introduction into the island date back to the early twenties.

This species is a very heavy seeder and abundant reproduction is found close to the mother trees. Growth has been rapid, even on worn-out heavy clays. Eight-year-old trees are 3 to 4 inches in diameter and 15 to 20 feet tall in degraded open sites at 1,200 feet elevation. Survival was high. In some parts of the plantation trees are unthrifty and heavily attacked by scale insects.

This species is intolerant of shade and, having grown in the open, produces a very wide crown similar to capá blanco. It has possibilities as an ornamental as it produces large panicles lavender flowers and heavy crops of grape-like fruits.

## CONCLUSIONS

In the previous section the findings of the study have been presented in considerable detail. Before the significance of these can be appreciated they must be analyzed in terms of what must be done in the future. First, the planted area is classified as to its stage of development and degree of success; second, the species are listed by their respective survival percentages to date; third, for each site the species are listed as to their suitability; fourth, factors responsible for losses

are discussed; and fifth, the future role of planting in this forest is considered in the light of the findings of this study.

## General Condition of Plantations

Certain of the plantations are understocked, indicating a need for fill-in planting as well as care of the trees already established. Other plantations, in which few of the planted trees remain, have been invaded by trees of inferior species and thus require different treatments. For purposes of estimating the work needed the following classification was developed.

1. Well-stocked plantations.-Plantations in which planted trees of good form and satisfactory growth, or such planted trees together with natural reproduction of the better species, constitute, or with release could form, an 80 percent to fully-stocked dominant stand.

2. Understocked plantations.-All plantations not included in Class 1, above.

    a. Forested.-The satisfactory trees, either planted or natural, forming a minor part of a stand composed chiefly of poor trees, which provides a complete canopy beneath which a shady forest environment exists.

    b. Open.-The satisfactory trees, either planted or natural, not within a closed stand, and therefore on a site where the soil receives little shade and there exists a prominent herbaceous cover.

The representation of each of these classes is shown in Table 34.

Table 34.--Condition of plantation area

| Plantations | Well stocked | Understocked | | Total |
|---|---|---|---|---|
| | | Forested | Open | |
| | Acres | Acres | Acres | Acres |
| Luquillo Division | 2,419 | 988 | 519 | 3,926 |
| Toro Negro Division | 1,069 | 343 | 444 | 1,856 |
| Total | 3,488 | 1,331 | 963 | 5,782 |

Fig. 5.—Sierra palm conversion showing underplanting of Guarea trichilioides and Cordia alliodora, 6 years old and in an excellent condition. (Transformación de un palmar (palmas de sierra) mediante la subplantación de especies forestales, en este caso Guarea trichilioides y Cordia alliodora de seis años de edad y en excelentes condiciones).

Table 34 shows that 60 percent of the plantation area is considered well stocked. Of this total, 2,049 acres, or 59 percent, are composed primarily of planted trees, and 1,439 acres are composed partly of satisfactory natural regeneration which has invaded the plantations.

Only about 51 percent of this area is now dominated by satisfactory stand of planted trees in spite the fact that an average of 2,000 seeds and seedlings were used per acre in planting and replanting.

## Tree Survival by Species

Tree survival to date is indicated in Table 35. This table considers together all plantations and sites.

Table 35.--Tree survival in the Caribbean National Forest

| High survival 50-100% | Fair survival 25-50% | Low survival 0-25% |
|---|---|---|
| Ausubo | Albizzia lebbeck | Algarrobo |
| Capá blanco | Fresno del Hawaii | Casuarina |
| Eucalyptus resinifera | Caoba hondureña | Ceiba |
| Eucalyptus robusta | Capá prieto | Dalberghia |
| Guaraguao | Cassia de Siam | Caoba dominicana |
| Guayabota ✱ | Higuerillo | Eucalyptus citriodora |
| Jácana ✱ | Pomarrosa (plants) | Maricao |
| Maga | | Moca |
| María ✱ | | Cedro (C. mexicana) |
| Nuez moscada ✱ | | Tabonuco |
| Pomarrosa ✱ | | Teca |
| Roble | | Tortugo amarillo |

✱ Direct seeded

## Suitability of Species to Different Sites

A recapitulation of the findings by sites makes possible the listing of species by their relative success to date as shown in the tabulation below. Species listed as "promising" appear to be well adapted for planting on the site in question and apparently will yield the best products possible from the site. Species listed as "doubtful" have shown less capacity to form desirable plantations either because their adaptability is in question or because of poor form, slower growth or products inferior to other promising species. Species listed as

"unsuccessful" did not survive after extensive trials because they are either not adapted to the site, or susceptible to the attacks of insects, diseases or rodents; or if they have survived they produce trees of such poor form or quality that only fuelwood yield is expected.

Luquillo Division

1. Lower concave slopes and valleys

| Promising | Doubtful | Unsuccessful |
|---|---|---|
| Ausubo | Albizzia lebbeck | Ceiba |
| Caoba hondureña | Algarrobo | Dalberghia |
| Capá prieto | Capá blanco | Moca |
| Jácana | Casuarina | Cedro (C. mexicana) |
| Nuez moscada | Eucalyptus spp. | Caoba dominicana |
| | Guaraguao | Cassia de Siam |
| | Higuerillo | |
| | Maga | |
| | María | |
| | Maricao | |
| | Roble | |
| | Teca | |

2. Uniform slopes

| Promising | Doubtful | Unsuccessful |
|---|---|---|
| Ausubo | Albizzia lebbeck | Caoba dominicana |
| Capá blanco | Algarrobo | Caoba hondureña |
| Capá prieto | Cassia de Siam | Ceiba |
| Jácana | Casuarina | Dalberghia |
| María | Guaraguao | Maga |
| Maricao | Eucalyptus spp. | Moca |
| Nuez moscada | Higuerillo | Cedro (C. mexicana) |
| Roble | Teca | |

3. Upper convex slopes and ridges

| Promising | Doubtful | Unsuccessful |
|---|---|---|
| María | Maricao | Caoba hondureña |
| Roble | Eucalyptus spp. | Caoba dominicana |
| | | Casuarina |
| | | Cedro (C. mexicana) |
| | | Maga |
| | | Dalberghia |
| | | Teca |

Toro Negro Division

1. Areas heavily eroded

| Promising | Doubtful | Unsuccessful |
|---|---|---|
| Eucalyptus | María | Caoba hondureña |
| Roble | Pomarrosa | Cedro |
| | | Capá prieto |
| | | Guaraguao |
| | | Higuerillo |
| | | Jácana |
| | | Nuez moscada |

2. Areas not heavily eroded

| Promising | Doubtful | Unsuccessful |
|---|---|---|
| Ausubo | Capá blanco | Caoba dominicana |
| Capá prieto | María | Caoba hondureña |
| Guaraguao | Roble | Cedro |
| Higuerillo | | Teca |
| Jácana | | Tortugo amarillo |
| Maga | | |
| Nuez moscada | | |
| Tabonuco | | |

## Factors Responsible for Losses

The heavy losses found are directly a result of the trees' inability to withstand environmental conditions, whether these be due to site or to treatment. The fact that so large a percentage of the trees were subjected to unfavorable environment points directly to a lack of knowledge regarding the complex ecological forces involved, a common situation where forest planting programs rush ahead without an adequate background of research.

At the present time the most important factors responsible for losses seem to be these:

1. The work, which was carried on as an unemployment relief project, was started on a very large scale without adequate precedent regarding nursery and planting techniques.

2. Very often trees were planted on adverse sites to which they were not adapted.

3. Untrained personnel had to be used for much of the work, and large, inadequately-supervised field crews were often used.

4. The weed and vine problem was greater than expected.

5. The great variability of annual rainfall, leading to short unexpected droughts, contributed to planting mortality.

An additional factor which has made difficult plantation care is the impossibility of assuring in advance sufficient funds to provide the frequent attention needed to care adequately for the plantations before they dominate other vegetation. Setting out the trees has proved to be only a beginning, and it therefore virtually obligates further funds. This difficulty is inherent in all public appropriations made annually and probably will always be with us.

At the time that early work was done there were some 20 years precedent in small scale forest nursery and planting operations and it is clearly understandable that those in charge felt competent to carry out a successful program. The lesson learned is not so much the details of the successful and unsuccessful treatments but rather the far more important lesson that Nature in the tropics is very complex, and any plans to rule her should proceed on a small, experimental scale for some time before going ahead with a large program. In the present instance the dominance of Nature is shown by the large number of trees of her selection, not ours, which we have had to accept as a part of present plantations.

Early planting work in other tropical countries has had similar results. In Trinidad, one of the most advanced Caribbean countries in forestry, Brooks (3a) says:

> "Obviously the outstanding fault of the work of these earlier years lay in the failure to approach regeneration problems from an ecological standpoint. An attempt was made to force an artificial crop of two or three species on a clear-felled area, which formerly carried a highly mixed and complex crop, without any adequate knowledge of how such a drastic interference with natural conditions would affect the local climate and soil. Extensive filling up of blanks was necessary in the second and third year after planting, together with constant expensive tending; growth of the crop was extremely slow and canopy was not formed for several years. The formation of a crop was a prolonged struggle and costs were naturally extremely high."

Beard (3) arrives at similar conclusions from studies in the MacNair Ravine Sable Forest in Trinidad.

> "On really degraded sites ecological conditions have become so adverse and balances so upset that artificial methods may be demanding the impossible, demanding of the planted stock a tolerance which it cannot hope to possess. There is no certainty in artificial regeneration under such

circumstances. It is invariably costly and if it fails the last state may well be worse than the first, due to the additional interference tendings have necessitated. The additional time required by natural methods is surely of no consequence in forestry where rotations run to 60, 80, 100, or more years, and in any case the experience at MacNair has shown that this time lag is by no means as great as is generally supposed. Tropical forestry, in nearly every country in which it has been practiced (and Trinidad is no exception), has suffered in its youth from a disease that has been called 'planting measles', a fixed idea that it was necessary to start forming plantations at great speed all over the place, often without any previous research. After the wastage of much money the programme is revised in favour of less costly, more natural methods based on careful experiment."

The Future Role of Planting in the Caribbean National Forest

The difficulties in establishing a desirable forest by artificial means, as here described, may possibly be considerably reduced by further research. Nevertheless, it is believed that artificial regeneration will become "painless". Therefore it would seem desirable to thoroughly explore the possibilities of natural regeneration. Experience to date indicates that natural regeneration of pioneer species attains dominance over open areas more rapidly than planted trees of most of the species we have tried. Planting, therefore, if to be justified, must produce clearly superior forests. Where this is not probable, planting should be deferred, at least until further research is completed.

Nature heals lands which have been deforested and "farmed out" by first establishing pioneer tree species. These generally disappear within a few years after the stand develops, being replaced by more exacting trees which can then dominate the rested soil. Results in Puerto Rico indicate that on abandoned farm lands we would be wise to select hardy pioneer species, such as roble and maría, for the first rotation of trees. The first crop may not bring a high yield of timber but will be very effective in rebuilding the soil for a second crop which may possibly include more productive tree species which might not survive if planted for the first rotation.

If planting continues to be costly, even after further research, efforts should be directed toward production of all-aged stands which will reproduce themselves. This can be done by partial cuttings and under-plantings under the openings, where necessary to establish the best species. Under-planting should require less care than field planting. Presumably under-planting would be unnecessary after the first rotation. A limitation of this plan is that it probably will not prove adaptable to species intolerant of shade. Figures 4 and 6 show under-plantings and plantings complementary to natural reproduction respectively.

Fig. 6.— Successful mixed stand of direct seeded Calophyllum calaba, to the right, and natural trees of Byrsonima spicata, to the left. (Rodal mixto proveniente de siembra directa de Calophyllum calaba (a la derecha) y de árboles espontáneos de Byrsonima spicata (a la izquierda).

## RECOMMENDATIONS

The recommendations which are suggested by this study concern (1) the management of existing plantations, (2) future planting policies, and (3) needed research.

### Management of Existing Plantations

1. The 3,488 acres of well-stocked plantations require no further replanting but a small part of the area still should receive some vine cutting. An increasing area should be released from competing natural trees of poor species.

2. A large part of the 2,294 acres of understocked plantations need replanting sooner or later. Of this 1,331 acres should be underplanted. On open areas rapidly reforesting naturally, replanting should await the formation of a closed canopy and should take the form of underplanting.

3. In plantation care and replanting, the presence of trees of "unsuccessful" species should be disregarded and those designated as "doubtful" should be given consideration only when present in adequate numbers to form a stand if eventually successful.

4. Weeding in unshaded plantations should be done only until the planted trees are about two feet taller than the surrounding vegetation. This generally requires no longer than two years in the open and may never be necessary where the trees are planted under shade. Two to four weedings are needed per year, depending upon the luxuriance of weed growth. Weeding should never disturb the soil except if necessary in the first year. Ordinarily grass and herbs should be cut to a height of 1 to 2 inches.

5. Vine cutting in unshaded plantations where the problem is most serious is needed until a closed canopy is formed. This may require attention for 5 or more years.

6. Indications to date are that pruning is not needed. Dead branches are rapidly eliminated by termites. Close spacing is more effective as a control of branching.

7. No thinning is yet needed in these plantations. Shaded plantations should be liberated before the planted trees are deformed or their growth is arrested. Overstory trees should generally be cut rather than girdled.

8. Existing forest and plantations should be harvested by partial cuttings to minimize the need for costly regeneration of openings.

Fig. 7.—Natural reproduction of Tabebuia pallida invading a pasture. This species is able to take over abandoned pastures in a short period of time. (Reproducción natural de Tabebuia pallida invadiendo un pastizal. De esta manera rodales de Tabebuia pallida desplazan en corto tiempo a los pastizales abandonados).

## Future Planting Policies

1. Full consideration of the possibilities of natural regeneration should precede any artificial regeneration program.

2. Only species designated as "promising" should be planted.

3. Replant as soon as initial failures are discovered, preferably within the same year.

4. Field planting in the open should be done at close spacing, between 5 and 8 feet each way. Under a canopy or when supplementing the natural trees a wider and more irregular spacing, of from 10 to 25 feet should be used.

5. Wherever available, wilding stock should be used.

6. Large scale underplanting should await further research.

## Needed Research

1. Continue investigations of methods of stock production, planting and adaptability of new species.

2. Continue promising tests of 2-4,D for vine eradication.

3. Continue studies of underplanting, to determine desirable species, spacing, light relationships, and amount of care needed.

4. Establish growth plots in more advanced plantations to determine current growth as a guide to thinning.

5. Develop satisfactory plans for use of crop intercultivation as a substitute for weeding.

## SUMMARY

Puerto Rico has only about one acre of land per capita. The island is primarily agricultural but less than half of its area is suited to permanent farming. Although a maximum area must be dedicated to agriculture the highest use of a portion of the island is forest production.

The condition and extent of the forest are such that the available timber is inadequate to supply the needs for wood and woods products. The yield of the island's forests, is of great importance to the island for the production of fuel and wood for agricultural uses such as fence posts and the construction of rural dwellings.

Artificial regeneration of deforested lands in government forests has been carried out for several years. An intensive study was carried out in about 5,800 acres of plantations in the Caribbean National Forest to obtain information as a guide to reforestation work and research.

The Caribbean National Forest consists of two Divisions, the Luquillo including most of the Luquillo Mountains in the northeastern part of the island, and the Toro Negro, located at higher elevation in the Central Mountains. The Luquillo Division contains 25,251 acres and the Toro Negro Division consists of 6,248 acres.

The vegetation types include the Lower Montane Rain Forest, Montane Rain Forest, and the Elfin Woodland, and contain a great variety of species. Most of the plantations are located within the Lower Montane Rain Forest zone. Soils are variable at Luquillo but generally are heavy. At Toro Negro they are heavy clays.

Large scale forest planting was begun in the Luquillo Division in 1934 and in Toro Negro in 1935. Between January 1934 and June 1945 over 7,000,000 seedlings were planted and about 64,000 pounds of seed were sown on over 4,000 acres. About 30 different species were included.

The serious vine problem in plantations resulted in very high weeding costs. Recently weeding costs have been reduced by use of hardy species requiring less care.

Site as determined by topography and degree of past erosion determined to a large extent the success of the work. Most of the valuable species of hardwoods require for proper early development the favorable forest-like conditions existing under a shelterwood. In the Luquillo Division three sites were distinguished: (1) ridges, (2) uniform slopes, and (3) lower slopes or valleys. At Toro Negro degree of soil deterioration rather than topography was influential. Two sites were distinguished (1) severely degraded soils, and (2) slightly degraded soils. A list of species adapted to each site is given.

Survival was generally low, but since natural reproduction has complemented artificial stands, 60 percent of the total area is considered well stocked. Of the remaining understocked area, 23 percent was forested and 17 per cent was still open.

The cost of establishment and maintenance was high because of heavy replanting and the long period of maintenance which has been required to get the plantations free from weed and vine competition. The high costs, low survival, and the long period of replanting and weeding, are the result of an improper approach to reforestation. The following factors are largely responsible.

1. A large scale planting program was carried out within a relatively short period of time.

2. Sites were adverse and highly variable, involving degraded soils and intense competition by weeds and vines.

3. Lack of research data and experience with the establishment of plantations of tropical hardwoods.

Thirty-eight different species used in reforestation are discussed in detail. Recommendations suggested by this study concern (1) the management of existing plantations, (2) future planting policies, and (3) needed research. A detailed discussion of each item is given.

The role of planting in the Caribbean National Forest is discussed in view of the findings of this study and of subsequent work in this forest.

(Traducción del artículo anterior)

## REPOBLACION FORESTAL EN EL BOSQUE NACIONAL CARIBE DE PUERTO RICO: EXPERIENCIAS EN EL PASADO COMO GUIA PARA EL FUTURO[1]

La isla de Puerto Rico está catalogada entre los países más densamente poblados del mundo, teniendo alrededor de un acre de tierra por persona. La isla es primordialmente agrícola; sin embargo, sólo menos de la mitad de su superficie es apta para el cultivo agrícola permanente. Para asegurar un alto rendimiento por acre se precisa la especialización en unas pocas cosechas agrícolas altamente productivas y una utilización intensa del terreno.

Aunque debe dedicarse una superficie máxima al cultivo agrícola, la producción forestal resulta ser el uso óptimo en cierta porción de la isla. Según el censo de 1940 el 24 por ciento de la superficie de la isla está clasificada como bosque y arbolado. Gran parte de este terreno está cubierto meramente de maleza degradada. Los cafetales y los bosques del gobierno, que son forestalmente los más productivos, constituyen respectivamente el 8.0 y el 3.4 por ciento del área total de la isla. La mayor parte de la leña que se consume proviene de los árboles de sombra de los cafetales.

La condición y extensión de los bosques es tal que la madera disponible no suple las necesidades locales. Por lo tanto, el grueso de la demanda de madera proviene de la importación. Sin embargo, el rendimiento de los bosques existentes es de gran importancia para la isla

---

1/ Extracto de una tesis presentada a la Universidad de Michigan en marzo de 1947, como requisito parcial para optar el título de "Master of Forestry". Los datos de campo muestran el estado de las plantaciones hasta Julio de 1945.

porque producen leña y otros usos agrícolas tales como empalizadas y traviesas. La producción local reduce materialmente la necesidad de importar dichos productos. Como la isla carece de carbón mineral y de petróleo es evidente que la madera será siempre la fuente principal de combustible doméstico. La cantidad de leña que se usa va creciendo progresivamente según crece la población.

Teesdale y Girard (11) calcularon recientemente que el consumo forestal es cerca de 30 por ciento mayor que el incremento forestal. Ellos especifican además que "es obvia la importancia de una producción mayor en todos los tipos de tierras boscosas y deben tomarse los pasos correspondientes para aumentar el crecimiento en volumen de madera por acre para evitar la escasez. Si en algún sitio está justificada la ordenación forestal científica, las buenas prácticas de corte y el poner las tierras forestales en un estado de producción máxima, es en Puerto Rico".

La reforestación artificial de las tierras baldías ha sido llevada a cabo por varios años con fines de producción forestal y para la protección de cuencas hidrográficas. La producción maderera es casi siempre el objetivo principal, aunque en las laderas inclinadas en áreas de elevada precipitación la protección de cuencas hidrográficas puede ser el objetivo más importante. La plantación se limitó a especies de madera aserrable (principalmente de ebanistería) y madera rolliza durable, que se cree son las que producen los más altos rendimientos. La producción de leña puede mantenerse siempre en un nivel alto, como producto accesorio de estos bosques.

Aunque las prácticas y técnicas de reforestación han evolucionado desde que ésta se inició en gran escala, no se han hecho estudios completos para determinar los resultados. Por lo tanto, se consideró que un estudio intensivo de las plantaciones forestales sería capaz de suministrar información valiosa sobre administración e investigación forestal. Este trabajo presenta los resultados del estudio de las plantaciones forestales en el Bosque Nacional Caribe, un área en donde se han llevado a cabo muchas de las plantaciones forestales en Puerto Rico.

## AMBIENTE

### Localización y Area

El Bosque Nacional Caribe de Puerto Rico consiste de dos Divisiones: Luquillo, que incluye la mayor parte de las Montañas de Luquillo en la parte nordeste de la isla y Toro Negro que está situada a mayor elevación en la Cordillera Central, cerca de 45 millas al sudoeste de Luquillo. La División de Luquillo fué establecida en 1903. Originalmente incluía unas 12,000 acres de tierras de la Corona Española. Por adquisiciones ulteriores principalmente después de 1934, el área llegó a un total de 25,251 acres. La División de Toro Negro se adquirió por compras a los propietarios privados desde 1935 y consiste de unas 6,248 acres.

## Clima

La localización de las Montañas de Luquillo, primera barrera elevada con que se confrontan los vientos cargados de humedad, origina una elevada precipitación. La neblina es frecuente y la lluvia cae en numerosos aguaceros leves. La precipitación está bien distribuída pero es algo mayor en el verano que en el otoño, disminuye con la elevación y de este a oeste. Existe una época relativamente seca que se extiende generalmente de febrero a abril.

En la tabla número 1 se resume la precipitación de cinco estaciones meteorológicas locales.

Tabla 1.--Precipitación en las montañas de Luquillo

| Localidad | Elevación | Años de registro | Precipitación anual | Total de días lluviosos |
|---|---|---|---|---|
| | Pies | | Pulgadas | |
| La Mina (Centro) | 2,050 | 10 | 188.17 | 269 |
| Río Blanco (Sur) (a) | 500 | 19 | 109.46 | |
| (b) | 1,800 | 11 | 149.09 | 303 |
| Sabana (Nordeste) | 500 | 9 | 135.55 | |
| El Verde (Noroeste) | 350 | 23 | 97.66 | 154 |

En Toro Negro la precipitación es menor que en Luquillo pero la distribución es similar. Un registro de la precipitación en tres estaciones meteorológicas aparece en la Tabla número 2.

En Luquillo, en el sector de La Mina las temperaturas máxima y mínima promedio son de 76.1°F y 63.8°F respectivamente y la temperatura media es de 69.9°F. El Lago Guineo, el sector más frío de Toro Negro, tiene una temperatura media de 60.9°F con mínima y máxima promedio de 59°F y 74.3°F respectivamente.

Tabla 2.--Precipitación en la División de Toro Negro

| Localidad | Elevación | Años de registro | Precipitación anual | Total de días lluviosos |
|---|---|---|---|---|
| | Pies | | Pulgadas | |
| Lago Guineo (Centro) | 3,000 | 12 | 111.15 | 235 |
| Matrullas (Este) | 2,300 | 9 | 83.38 | 236 |
| Toro Negro (Norte) | 2,250 | 29 | 97.99 | 176 |

## Fisiografía y Suelos

Las Montañas de Luquillo están compuestas de rocas de origen volcánico. La mayoría de las rocas son tobas y esquistos. La topografía es a menudo escarpada ya que la cadena de montañas sube abruptamente desde la planicie costanera. En la parte sudeste de las montañas las intrusiones de cuarzo-diorita han originado suelos granulares gruesos. Las tobas y esquistos han originado suelos de contextura pesada. La precipitación y temperatura elevadas han ocasionado un deslave rápido. Los suelos son profundos donde la erosión no es excesiva. El pico más conocido es El Yunque, que tiene 3,496 pies de altura, aún cuando El Toro, que está situado en el sudoeste, es el más alto, con 3,532 pies de elevación.

La región de Toro Negro es de origen geológico similar. Se llega allí a elevaciones de más de 4,000 pies. Los suelos predominantes incluyen arcillas amarillosas y pesadas y también una arcilla purpúrea friable de área más limitada. En la parte oeste del área pueden observarse intrusiones graníticas, dioritas y granitos que producen suelos granulares, de contextura gruesa.

## Vegetación Natural

Los tipos de vegetación incluyen el bosque pluvial pedemontano, el bosque pluvial montano y el bosque enano (Beard (2)) y contienen una gran variedad de especies. Un gran porcentaje de la composición de los rodales consiste de especies arbustivas, árboles pequeños y palmas. El bosque pedemontano pluvial consiste de dos estratos: el de copa, con árboles de 70 á 100 pies de altura y el estrato inferior de 10 á 50 pies de altura. Los árboles emergentes individuales alcanzan en sitios protegidos una altura mayor que el estrato de copa en general. El bosque montano pluvial se encuentra a mayor elevación que esta asociación y llega hasta el bosque enano. Los árboles tienen menor altura que los

del bosque pedemontano pues el estrato de copa nunca pasa de 50 pies de altura. A través del bosque montano se encuentran dispersos aquí y allá palmares de Euterpe globosa Gaertn. (palma de sierra). A mayores elevaciones la vegetación se torna enana y aunque incluye especies que se encuentran a elevaciones inferiores se diferencia por su estructura.

## Utilización de Tierras en el Pasado

Las 12,000 acres de que constaba originalmente la División de Luquillo han estado siempre cubiertas de bosque y relativamente se han explotado poco. En la División de Toro Negro sólo los sitios más inasequibles no han sido nunca talados. La parte inferior de la División de Luquillo y la mayor parte de la División de Toro Negro han sido objeto de la corriente rutina de apeo, acarreo, quemas, pastoreo y cultivo agrícola, que forman parte de la agricultura nomádica.

## HISTORIA DE LA PLANTACION

En la División de Luquillo la plantación forestal en gran escala comenzó en 1934. Entre enero de 1934 y junio de 1945 se había plantado en 3,926 acres, distribuídas en 54 plantaciones diferentes, un total de 4,055,966 arbolitos y se habían sembrado 44,689 libras de semilla. Se han usado 27 especies diferentes. La composición original de las plantaciones ha ido alterándose gradualmente según se han ido reponiendo las fallas y por la invasión de la vegetación natural.

En la división de Toro Negro se plantaron 3,090,265 arbolitos y se sembraron 18,899 libras de semilla en unas 1,856 acres incluyendo 28 especies diferentes en 29 plantaciones distintas.

La tabulación de la plantación que se ha efectuado hasta junio de 1945 aparece en la siguiente tabla.

Tabla 3.- Arboles plantados y semilla sembrada en el Bosque Nacional Caribe entre enero de 1934 y junio de 1945

| Especies | Luquillo | | Toro Negro | |
|---|---|---|---|---|
| | Arbolitos | Semillas | Arbolitos | Semillas |
| | | Libras | | Libras |
| Albizzia lebbeck (L.) Benth. | 46,150 | | | |
| Andira jamaicensis (W. Wright) Urban | 1,975 | 24,601 | | |
| Bambusa spp. | | | 2,350 | |

Tabla 3.—(Cont.)

| Especies | Luquillo | | Toro Negro | |
|---|---|---|---|---|
| | Arbolitos | Semillas | Arbolitos | Semillas |
| | | Libras | | Libras |
| Buchenavia capitata (Vahl) Eichl. | | | 200 | |
| Byrsonima spicata (Cav.)DC. | 19,169 | | | |
| Calophyllum calaba Jacq. | | 12,660 | | 757 |
| Casuarina equisetifolia Forst. | 121,770 | | | |
| Cedrela mexicana L. | 525,950 | | 507,016 | |
| Ceiba pentandra (L.)Gaertn. | 5,500 | | | |
| Cordia alliodora R. & P. | 344,685 | | 737,158 | |
| Dacryodes excelsa Vahl. | | | 22,398 | |
| Dalberghia sissoo Roxb. | 60,920 | | | |
| Eucalyptus citriodora Hook. | 2,150 | | | |
| Eucalyptus resinifera Smith | | | 10,800 | |
| Eucalyptus robusta Smith | 17,650 | | 80,910 | |
| Eucalyptus rostrata Schl. | | | 3,800 | |
| Eucalyptus spp. | 4,640 | | 3,380 | |
| Eugenia jambos L. | 1,975 | | | |
| Eugenia stahlii (Kiaersk) Krug & Urban | | | 6,500 | |
| Guarea trichilioides L. | 63,891 | | 125,401 | |
| Hymenaea courbaril L. | 3,900 | 544 | 14 | |
| Lucuma multiflora A.DC. | | 6,384 | | 15,293 |
| Mimusops nitida (Sessé & Moc) Dubard | 19,450 | | 3,500 | |
| Montezuma speciosissima Sessé & Moc. | 206,359 | | 142,785 | |
| Ocotea moschata L. | | 500 | 1,000 | 2,849 |
| Petitia domingensis Jacq. | 191,105 | | 10,010 | |
| Sciacassia siamea (Lam.)Brit. | 43,155 | | | |
| Sideroxylon foetidissimum Jacq. | | | 2,075 | |
| Swietenia candollei Pittier | 405,742 | | 204,990 | |
| Swietenia macrophylla King | 700,460 | | 931,536 | |
| Swietenia mahagoni Jacq. | 963,902 | | 61,843 | |
| Tabebuia pallida Miers | 232,625 | | 42,200 | |
| Tectona grandis L. | 63,543 | | 1,500 | |
| Vitex divaricata Sw. | 9,300 | | 188,899 | |
| Total | 4,055,966 | 44,689 | 3,090,265 | 18,899 |

## Prácticas de Plantación

### Material

Para las plantaciones se han usado semillones y material de trasplante de viveros, semillas y brinzales silvestres. La mayor parte del material proveniente de viveros han sido semillones (arbolitos provenientes de semilla). El material óptimo para la plantación son los semillones de 12 á 24 pulgadas de alto. Se ha obtenido buena supervivencia y crecimiento despuntando a cruceta el material bastante crecido de especies tales como Swietenia macrophylla King, Cordia alliodora R. & P., Tectona grandis L., Vitex divaricata Sw. y Guarea trichilioides L. Por lo general el material se plantó a raíz desnuda.

### Epoca de Plantar

En Luquillo la plantación generalmente se ha limitado a la época lluviosa, en verano y otoño. Las épocas secas aunque sean de duración tan corta como unas dos semanas causan una rápida desecación del somosuelo que puede resultar desastrosa para la plantación. El hecho de que tengan lugar tales períodos secos cortos explica el que haya supervivencia baja aún cuando la precipitación mensual total sea normal. El efecto de esas épocas cortas de sequía se nota menos en las elevaciones altas de Toro Negro.

### Preparación del Terreno

Originalmente, la preparación del terreno consistía en la corta de toda la vegetación leñosa de especies inferiores. Esto resultó caro y por lo general, innecesario. Más recientemente se han dejado crecer los llamados árboles voluntarios (que crecen espontáneamente en tierras desnudas o de poca vegetación). "Coronas" individuales o sean espacios circulares de 2 á 3 pies de diámetro alrededor de los arbolitos se dejan libres de bejucos y vegetación herbácea.

### Métodos de Plantación

El instrumento que se ha usado siempre en la plantación ha sido el zapapico debido a que los suelos son pesados y hay abundancia de rocas y de raíces grandes.

El espaciamiento es irregular debido a la topografía quebrada y a la presencia de rocas y a la vegetación natural dispersa. Los árboles han sido plantados por lo general a distancias de 6 pies por 6 pies o 8 pies por 8 pies.

Hoy día la mayoría de las plantaciones son mixtas en cierto grado, como resultado de la considerable reposición de fallas que se ha efectuado, usando diferentes especies, cuando se veía que las especies originales estaban abocadas al fracaso.

## Cuidados de las Plantaciones

### Desyerbo y Corte de Bejucos

Ciertas partes de las plantaciones contenían hasta hace poco cultivos agrícolas intercalados. Este método de conservación de plantaciones consiste en sembrar cultivos de subsistencia entre las filas de árboles mientras éstos últimos crecen y hasta tanto dominen. La única otra alternativa o sea el desyerbo y la corta de bejucos por cuadrillas a sueldo, tuvo que hacerse por lo menos una vez al año y a veces cada tres meses en el caso de los árboles plantados a campo raso. Por esta razón el mantenimiento de la mayoría de las plantaciones ha sido costoso.

### Poda, Entresaque y Liberación

La poda se hizo en unas pocas plantaciones pero se descontinuó debido a la falta de supervisión adecuada y a que los árboles podados formaban ramas epicórmicas. En casos en que había pocas existencias por unidad de superficie (y por lo tanto distancias grandes entre especies) la mayoría de las especies formaban gruesas ramas. En plantaciones densas hubo escasamente necesidad de podar.

Aún no se ha considerado necesario ningún entresaque, debido a que las plantaciones aún son jóvenes, a la diferencia en edades de los árboles y a las pocas existencias.

Las plantaciones bajo sombra han tenido que ser liberadas. En muchas plantaciones hubo evidencia de grave subordinación de la caoba latifoliada, Swietenia macrophylla King. Durante los últimos dos años se ha hecho bastante labor de liberación. Generalmente, la liberación no se ha hecho lo suficientemente a tiempo y muchos árboles han resultado deformados.

## Costo de las Plantaciones

El costo promedio del establecimiento y conservación de las plantaciones aparece en la tabla número 4. Estos costos incluyen sólo gastos en material a plantar, trabajo manual y supervisión en el campo, sin incluir los gastos generales fijos.

Tabla 4.—Costo promedio por acre de la plantación y desyerbo en el Bosque Nacional Caribe

| Unidades forestales | Costo de la plantación inicial | Costo cumulativo al cabo de 5 años | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Plantación inicial más replantación | Desyerbo | Total |
| | Dólares | Dólares | Dólares | Dólares |
| División de Luquillo | 29.46 | 35.16 | 32.40 | 67.56 |
| División de Toro Negro | 22.40 | 33.01 | 32.18 | 65.19 |
| Bosque Nacional Caribe | 27.12 | 34.45 | 32.33 | 66.78 |

Los costos que aparecen en la Tabla 4 incluyen solamente el período hasta el final de los primeros 5 años. Los gastos totales son mayores ya que en algunas plantaciones el corte de bejucos sigue aún llevándose a cabo después de once años. El costo relativamente menor de la plantación inicial en Toro Negro se debió a que una gran parte del área estaba bajo sombra de café donde hubo necesidad de poca preparación con anterioridad a la plantación.

El grave problema de los bejucos en las plantaciones originó un alto gasto en desyerbos. El cultivo efectuado por los parceleros también redujo el costo de los desyerbos. Recientemente se ha reducido más el costo del desyerbo por el uso de especies rústicas duras que requieren pocos cuidados.

En la Tabla 5 aparece otro análisis de los costos. El costo mayor de los árboles en Toro Negro se debe al uso de viveros locales donde los costos de producción son mayores. Se puede ver que la preparación del terreno es el factor más costoso en el establecimiento de las plantaciones.

Tabla 5.— Costos de los procesos en la plantación inicial, expresados en términos de por ciento del costo total

| División | Material de plantación | Preparación | Plantación | Transporte | Otros |
|---|---|---|---|---|---|
| | Por ciento | Por ciento | Por ciento | Por ciento | Por ciento |
| Luquillo | 7.63 | 67.49 | 21.00 | 1.34 | 2.54 |
| Toro Negro | 18.99 | 57.33 | 23.48 | .50 | 1.70 |

## Resultados Observados con Anterioridad al Presente Estudio

Algunos de los resultados de las plantaciones eran evidentes poco tiempo después de iniciarse el trabajo. Muchas plantaciones fracasaron. Los factores principales que contribuyeron a los fracasos iniciales fueron: la baja supervivencia, la intensa competencia de los bejucos, conocimiento inadecuado de la adaptabilidad al sitio de la especie usada y el uso de grandes cuadrillas de hombres subvencionadas con fondos de emergencia. La supervivencia baja era la regla y hubo necesidad de replantar repetidamente. Se considera que la causa principal de este fracaso es que se plantaron especies de bosque clímax, con sus necesidades tan específicas en cuanto a humedad, sombra y demás factores ambientales, en sitios abiertos y degradados. Otra causa que contribuía era la competencia con la vegetación nativa aunque fuera por unos cuantos meses. Siempre que se usaban otras especies mejor adaptadas a los sitios degradados se lograba mejor supervivencia.

Hoy día es evidente que en los primeros intentos realizados no se abordaron ecológicamente los problemas de regeneración. Esto se debía en gran parte a la falta de datos y experiencia en las prácticas de reforestación en un tiempo en que el trabajo se subvencionaba con fondos de emergencia y el cual había que efectuar en muy poco tiempo. La lucha costosa contra los bejucos era la consecuencia lógica de tratar de reforestar esos sitios de immediato, con especies climáxicas.

Los desyerbos frecuentes aumentaban considerablemente el costo de establecimiento de la plantación. El cultivo intercalado de cosechas agrícolas redujo los gastos de desyerbo en algunas áreas. Las plantaciones así tratadas hoy día no difieren del resto en cuanto a crecimiento y vigor.

El fracaso del cedro español, Cedrela mexicana L., en la mayoría de los sitios y la falta de adaptabilidad de especies tales como la caoba dominicana, Swietenia mahagoni Jacq., y teca, Tectona grandis L., en las montañas húmedas, a pesar del éxito en las áreas más secas, dió a entender que estábamos tratando con un problema complejo de adaptabilidad al sitio o medio estacional. Además, luego pudo verse que se trataba de forzar la producción artificial de rodales puros en sitios que diferían en mucho de las condiciones favorables bajo las cuales estas especies regeneran naturalmente. Fué necesario un largo proceso de prueba y error antes de destacarse los requisitos de medio estacional de las diferentes especies. El problema se complicó más en algunas plantaciones en que se mezclaron especies con distinto compás de crecimiento como por ejemplo capá blanco, Petitia domingensis, Jacq., y caoba dominicana, Swietenia mahagoni Jacq., dando como resultado la eliminación de la especie de crecimiento más lento.

Como los sitios a reforestar son muy variables y son pocos los trabajadores que plantan bien, el uso de cuadrillas grandes que trabajan con fondos subvencionados por el gobierno podía haber descuido en los trabajos de plantación. Las condiciones mejoraron cuando se usaron en vez de aquellas, pequeñas cuadrillas de plantadores locales con experiencia.

## METODOS DE ESTUDIO

El estudio consistía en interpretar y explicar la condición de las plantaciones sobrevivientes y de los lugares en que dicha repoblación forestal falló. Las observaciones generales que se hicieron durante el reconocimiento preliminar fueron cotejadas contra las mediciones efectuadas en cuarteles de prueba temporeros.

En las localidades donde los árboles habían fracasado era a menudo imposible determinar qué especies habían sido plantadas allí o por lo menos cuales se habían replantado después del fracaso inicial. Además a menudo era imposible asegurar con certeza las razones del fracaso. La mejor evidencia a mano eran las plantaciones de más éxito. Esto en parte limitaba el estudio por el largo lapso de tiempo entre la plantación y el re-examen organizado.

Como los resultados más importantes del estudio se esperaba fueran los que trataban sobre la adaptabilidad de las distintas especies a las diferentes condiciones del medio estacional fué necesario clasificar los diferentes medios estacionales.

### Clasificación de los Medios Estacionales

Los factores que determinaban el éxito o fracaso de las plantaciones pueden considerarse en tres grandes grupos: climáticos, edáficos y biológicos.

Los factores climáticos se consideran como de menor importancia. La temperatura y la precipitación no varían mucho de una localidad a otra. Los sitios que son "muy húmedos" para algunas especies son generalmente clasificados así debido a características de suelo antes que por precipitación excesiva. Hasta la fecha las plantaciones no han sido azotadas por ningún huracán.

Los factores edáficos muestran una influencia mayor sobre el desarrollo de las plantaciones. Tanto las condiciones químicas del suelo como las físicas, especialmente estas últimas, se reflejan en el crecimiento de los árboles. En parte del área el subsuelo tiene una baja capacidad de infiltración y algunos suelos tienen subyacentes un banco duro arcilloso. Las inspecciones efectuadas aquí para determinar la supervivencia señalaron a menudo que la causa de la podredumbre del sistema radicular de los plantones era el alto nivel freático. Esto se refleja además más tarde en un desarrollo achaparrado. Las especies que tienen éxito en sitios degradados aparentemente toleran esa falta de drenaje en las capas superiores.

Todo el complejo de factores edáficos, según expresados por la topografía, muestran que en la División de Luquillo están más claramente relacionados con la condición de la plantación que ningún otro factor visible del medio estacional. Topográficamente, las áreas óptimas son las laderas protegidas, cóncavas y húmedas situadas en las abras húmedas en la base de largas laderas. Allí cierta cantidad de somosuelo procedente de las áreas escarpadas de más arriba se ha depositado en esta área de más suave pendiente. Por otra parte, las laderas o riscos convexos, representan un ambiente más adverso debido a su mayor erosión y exposición. Roberts (9) señala esta relación con respecto al café. "En áreas semejantes, la cosecha es generalmente como cuatro veces mayor en las laderas cóncavas que en las convexas. Los suelos en las laderas cóncavas tienen un contenido mayor en materia orgánica y tienen capas superficiales más profundas que las laderas convexas, debido a la acumulación gradual de nutrientes edáficos vegetales".

En Toro Negro son evidentes las mismas características topográficas, cerros, laderas y valles, pero el éxito de la plantación está determinado más directamente por el grado de utilización en el pasado, que por la topografía. Esto no se debe a que sean más inclinadas las laderas o al uso más intensivo sino al suelo en sí que se deteriora muy rápidamente caundo está bajo cultivo.

Los insectos, las enfermedades y la competencia de la vegetación natural constituyen los factores biológicos. Los insectos y las enfermedades han intervenido seriamente en el desarrollo de ciertas especies. Sin embargo, no son de índole local y por lo tanto no tienen un significado importante en la relación entre la especie y el medio estacional. Predominan más en los medios estacionales pobres que en los buenos.

Cuesta tanto combatir la competencia que ofrece la vegetación natural en algunos sitios, que ello impide se efectúe la regeneración artificial. La presencia o ausencia de esa vegetación con capacidad de competir es un resultado de la utilización a que se sometió la tierra en el pasado. Por lo general una cubierta de gramíneas no es un impedimento tan grande a la reforestación como lo es el aprisionante crecimiento de bejucos que se encuentra en las tierras cubiertas de malezas o que surge en las áreas que están desprovistas de vegetación al tiempo de plantar. Por otra parte, el suelo que se halla bajo monte entresacado está en mejores condiciones físicas para sostener una plantación forestal que aquel que se ha usado en cultivos agrícolas.

De todos los factores del medio estacional mencionados los más útiles para predecir los resultados que deben esperarse en otros sitios son la topografía en la división de Luquillo y el grado de erosión en Toro Negro. Por lo tanto, sin tomar en consideración otros factores menores que también influyen, los medios estacionales se clasificaron básicamente de la manera siguiente.

División de Luquillo

1. Laderas inferiores cóncavas y valles (acumulación de suelo de más arriba y poca o ninguna pérdida de suelo.)

2. Cerros o laderas superiores convexas (pérdida de suelo, sin recuperar)

3. Laderas uniformes (entre 1 y 2, pérdida de suelo pero con recuperación)

División de Toro Negro

1. Suelos seriamente degradados

2. Suelos ligeramente degradados

Debido a que estos sitios se reúnen gradualmente y debido a la gran variabilidad de las laderas, aún en un área tan pequeña como un acre puede encontrarse más de un tipo de sitios. Un cálculo aproximado del área repoblada de cada tipo de medio estacional en la División de Luquillo es como sigue:

| Medio Estacional | Area (Acres) | Por ciento |
|---|---|---|
| Cerros | 1,256 | 32 |
| Laderas inferiores | 2,010 | 51 |
| Laderas uniformes | 660 | 17 |

Fué imposible hacer un cálculo satisfactorio de las áreas comprendidas en los dos medios estacionales que se han diferenciado en Toro Negro debido a su patrón extremadamente complejo. Más de la mitad del área se cree que está seriamente degradada.

La inclinación de estos sitios diferentes varía. En los cerros fluctúa desde 15 por ciento en adelante, siendo el promedio 35 por ciento. Las laderas inferiores varían de 5 á 30 por ciento con un promedio entre 10 y 15 por ciento. Las laderas uniformes varían entre 10 y 80 por ciento, con la mayoría de ellas entre 20 y 30 por ciento.

## Procedimiento

El trabajo de campo fué efectuado por personal que conocía el historial de las plantaciones y los diferentes medios estacionales. La cuadrilla constaba de dos hombres y el líder era un técnico forestal. El otro hombre era por lo general un capataz que había trabajado en el establecimiento y subsiguiente cuidado de las plantaciones en el distrito bajo estudio.

El trabajo previo había mostrado que era impracticable adaptar las técnicas de randomización de muestras a estas plantaciones. Esto se debe a la gran heterogeneidad de medios estacionales, de edades de árboles y de especies. Por eso se decidió hacer primero un reconocimiento general del área, seguido por un examen más intenso, basado en parcelas de ensayo temporeras en áreas específicas donde las relaciones del medio ambiente eran especialmente aparentes.

El reconocimiento consistió en recorrer las plantaciones buscando plantíos significativos y derivar conclusiones acerca de las condiciones generales. Donde las condiciones de la plantación parecían reflejar la condición específica del medio estacional se hacía un "estudio del sitio o medio estacional". Luego se calculaba el diámetro y altura promedio de los árboles y se tomaban notas de las significativas relaciones ambientales observadas. Todos los sitios y especies fueron incluídos en estos estudios del medio estacional. En la División de Luquillo se hicieron 52 estudios de sitios y cerca del mismo número en la División de Toro Negro.

Al terminar el reconocimiento se consideró todo el área para determinar cuales de los sitios estudiados indicarían lo que era de esperarse en cuanto a crecimiento y desarrollo allí donde los árboles tenían éxito. En la práctica ésto significaba una selección de los mejores rodales de cada especie en cada sitio. En esos rodales se establecieron cuarteles de prueba circulares de 1/4 de acre y se midieron los diámetros de todos los árboles. Las alturas promedio y máxima se calcularon con una desviación media no mayor de un pie. Los árboles de forma y constitución satisfactorias y que era de esperarse formaran más tarde parte de la cosecha final fueron clasificados como "buenos". El resto se consideró como "pobres". Se facilitó el trabajo en el campo con la preparación

por anticipado de formularios para registrar los datos. La cuadrilla tomó 6 semanas para hacer el trabajo.

Al terminar el trabajo de campo se compararon las mediciones efectuadas en las diferentes partes del bosque y por las notas tomadas se estableció la relación que existía entre la condición de los árboles y de los rodales y los tres sitios o medios estacionales ya descritos.

## Hallazgos

El éxito de cualquier plantación depende de las técnicas usadas en establecerlas y en cuidarlas y de la adaptabilidad de las especies al sitio. En esta fecha, varios años después del establecimiento de la mayoría de las plantaciones, fué casi imposible juzgar los resultados del trabajo inicial, excepto en lo relativo al espaciamiento y a la mezcla de especies. Por el contrario, las plantaciones, desyerbos, corte de bejucos, podas y liberación hechas recientemente podían evaluarse.

## Técnicas

Las técnicas que parecieron merecer estudio incluían: (1) el tipo de material para plantar, (2) el espaciamiento, (3) la mezcla de especies, (4) el desyerbo y corte de bejucos, (5) la poda y (6) la liberación. Como se dijo anteriormente, no se ha efectuado todavía ningún aclareo.

### Material de Plantar

La mayoría de las especies tuvo éxito en el campo cuando se trasplantaron con raíz desnuda. El plantar brinzales silvestres dió resultado con roble, Tabebuia pallida, Miers; guaraguao, Guarea trichilioides L.; tabonuco, Dacryodes excelsa Vahl.; guasábara, Eugenia aeruginea DC.; guayabota, Eugenia stahlii (Kiaersk) Krug y Urb. y laurel amarillo, Nectandra sp. Excepto en el caso de unas pocas especies, el uso de brinzales silvestres ha sido considerablemente restringido por su escasez.

Ciertas especies no sobreviven a la reacción del trasplante con raíz desnuda. Entre ellas se encuentran tabonuco, Dacryodes excelsa Vahl y maricao, Byrsonima spicata (Cav.) DC. Estas especies se propagan en potes de papel embreado, según se describió previamente en esta revista (Vol. 3, Núm. 4, julio de 1942, pp. 158-163).

Con algunas especies hay indicación de que el hecho de plantar los semillones pasados de tiempo en el vivero (de 3 á 4 pies de altura) y despuntados a cruceta mejora su supervivencia y robustez.

La siembra directa, en vez de la plantación es lo indicado generalmente con especies de semillas grandes. Esto ha dado resultado con maría, Calophyllum calaba Jacq.; jécana, Lucuma multiflora A.DC.;

nuez moscada, Ocotea moschata L.; y guayabota, Eugenia stahlii (Kiaersk) Krug. & Urb. La siembra directa de moca, Andira jamaicensis (W. Wright) y algarrobo, Hymenaea courbaril L. falló porque los ratones dañaron los semillones.

Espaciamiento

La efectividad de los diferentes espaciamientos puede juzgarse por la rapidez con que las plantaciones producían un dosel cerrado, y por el porte de los árboles. El espaciamiento deseable se determina por la rapidez con que crece el árbol, su habilidad para tolerar la sombra y el grado de espaciamiento a que puede plantarse sin que se torne ramoso. Se encontró que por lo regular un espaciamiento de 6 por 6 pies era satisfactorio. El espaciamiento de 5 por 5 pies resultó ser mejor para maría, Calophyllum calaba Jacq., debido a su lento crecimiento y a su costumbre de emitir muchas ramas. Con espaciamientos más anchos la forma de los árboles es pobre y se retarda el cierre del dosel prolongando así el período en que se precisa cortar bejucos. El capá blanco, Petitia domingensis Jacq., se torna ramoso muy pronto y por lo tanto requiere un espaciamiento menor o sea que estén más juntos los arbolitos. El eucalipto por el contrario crece rápidamente y es intolerante de manera que un espaciamiento de 8 pies por 8 pies parece ser el mejor. Con un espaciamiento así el suelo se cubre en 3 ó 4 años y los árboles de eucalipto no se tornan ramosos con el consiguiente beneficio de que no se necesitan aclareos tempranos.

Mezcla de Especies

Aunque pocas de las plantaciones se establecieron con la idea de obtener cosechas de más de una especie, las replantaciones que se hicieron con otras especies por haber fracasado las anteriores crearon mezclas en casi todas partes. Estas mezclas indican lo que es de esperarse cuando se hace el esfuerzo deliberado de obtener un rodal mixto.

El hallazgo sobresaliente hasta la fecha parece ser que deben conocerse muy bien ambas especies de una mezcla antes de tratar de plantar árboles alternados o filas alternas de las dos especies en cuestión. Si no se hace así una especie sobrepasará a la otra dando como resultado un rodal de edades múltiples y los dominantes que se obtengan en la cosecha final serán casi todos de una sola especie. Además, la otra especie aunque tolere la sombra crecerá muy despacio subordinada por los dominantes mientras éstos vivan y cuando más, proveerá sólo material de aclareo. Las especies que no toleran la sombra tales como roble, Tabebuia pallida Miers; Eucalyptus sp. y maría, Calophyllum calaba Jacq. no se adaptan bien a crecer en bosque mixto. Por el contrario es arriesgado efectuar plantaciones puras de caoba latifoliada, Swietenia macrophylla King; cedro, Cedrela spp.; capá prieto, Cordia alliodora R. & P. y nuez moscada, Ocotea moschata L.

Desyerbo y Corte de Bejucos

Las malas yerbas y los bejucos representan una barrera tal al desenvolvimiento de los árboles que si no se atienden continuamente, el primer turno forestal natural que sigue a la limpia del terreno produce árboles malformados y aprisionados por bejucos o sea material que sólo sirve para combustible. Aún si se le brinda ese cuidado sólo las especies de mayor crecimiento y fuerza dominarán en unos años. Las demás requerirán gastos antieconómicos en desyerbos y corte de bejucos por períodos que han de extenderse hasta 10 años o más.

No tuvo éxito el cultivo agrícola intercalado como medio de controlar la competencia ofrecida por las plantas no deseables. Esto se debió por lo menos parcialmente a información inadecuada respecto a la relación entre cosechas y árboles. Donde fracasaron los árboles y continuó el cultivo agrícola el suelo se deterioró de tal manera que hoy día representa uno de los medios estacionales del bosque más difíciles de reforestar.

El desyerbo o sea la corta de vegetación herbácea, sin incluir los bejucos, es casi innecesaria una vez que los árboles llegan a tener 2 ó 3 pies más de altura que dicha vegetación, aunque los árboles no hayan formado un dosel cerrado. Por el contrario, los bejucos continúan siendo un factor molestoso hasta que el dosel cierra.

Poda

Por lo general, la poda artificial no compensa los gastos que en ella se incurran. Esto se debe en parte al hecho de que las copas grandes se desarrollan en los casos en que la luz es excesiva y como la poda no altera esta condición básica, frecuentemente se forman brotes en los toconcitos de las ramas cortadas anulando así el beneficio que se anticipaba acarrearía la poda. Por regla general no es necesario podar las ramas muertas. Los termes se encargan de esto lo mejor que pueden y con mayor rapidez.

Las observaciones indican que la poda debe hacerse indirectamente, por medios naturales tales como el control de la densidad del rodal, mejor que artificialmente. El espaciamiento requerido para efectuar la rápida eliminación de las ramas inferiores no debe ser tan junto que reduzca materialmente el crecimiento.

Liberación

Ha sido necesario liberar los árboles plantados de la competencia de los árboles que proyectan sombra, cuando se dejaron algunos árboles viejos durante la plantación o cuando el crecimiento voluntario ha sobrepasado a los árboles plantados.

Los resultados del trabajo en el pasado señalan la necesidad de tener cuidado en cuanto al tiempo y método de eliminar estos árboles

mayores. Si la liberación se efectúa varios años antes de que los árboles plantados sean lo suficientemente grandes para formar un dosel, la luz que se infiltra permite la invasión por parte de los bejucos, cuya eradicación toma años. A veces la eliminación de ese sobrepiso por medio de varias cortas ligeras elimina ese peligro. Sin embargo, mientras más cortas se hagan mayor es el peligro de hacerle daño a los árboles plantados. A veces se capan los árboles grandes de poco valor. Este proceso, a pesar de las ventajas de producir un claro en el dosel más gradualmente y de que algunas ramas se pudren y caen antes de que se desplome el árbol, existe la desventaja de que no se controla la dirección de la caída.

La experiencia acopiada en la liberación de las plantaciones puntualiza que es deseable localizar con cuidado dónde ha de subplantarse de manera que no sólo tengan suficiente espacio para desenvolverse sino también para evitar daños al tiempo de la liberación. Donde el espaciamiento era de 6 x 6 pies o de 8 x 8 pies, siempre se han logrado unas existencias adecuadas después de cuidadosa liberación.

## Adaptabilidad de las Especies

Albizzia lebbeck (L.) Benth., albizia, casia amarilla

La albizia se ha usado poco en reforestación. Se ha plantado para llenar huecos, mayormente en sitios degradados. La supervivencia fué buena y los árboles vegetan bien. Soporta la competencia de bejucos. Arboles de tres a cuatro años de edad tienen menos de una pulgada de diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) y no pasan de 5 pies de altura.

Andira jamaicensis (W. Wright) Urban, moca

En años atrás la moca se propagó por siembra directa. La germinación fué bastante buena pero los ratones se comieron luego los semillones tiernos hasta dejar muy poco de lo sembrado originalmente. La regeneración natural se encuentra dispersa por todas las plantaciones. El crecimiento ha sido excepcionalmente lento. Por regla general los árboles tenían una altura de 5 pies o menos a los 8 años de edad y tenían forma arbustiva. Los semillones en sitios pobres tenían aspecto clorótico. Ya no se toma en cuenta para fines de reforestación artificial.

Buchenavia capitata (Vahl) Eichl., granadillo

En 1939 se plantó un grupo de 200 semillones a campo raso en sitios degradados en Toro Negro. El árbol más grande tenía 1.9 pulgadas de diámetro y 10 pies de altura al cabo de seis años; se notaba próspero y de muy buena forma.

Bucida buceras L., úcar

El úcar fué accidentalmente introducido en Toro Negro en 1937. Una carga de arena llevada allí de sitios de menor altitud contenía algunas semillas. Nacieron varios árboles que han crecido bien. Al cabo de 8 años

tienen un promedio de 2 pulgadas de diámetro y de 10 a 12 pies de altura. Tienen buena forma. El crecimiento es más lento que a menores elevaciones.

Byrsonima spicata (Cav.) DC., maricao

En la División de Luquillo el maricao se ha plantado en escala limitada, por lo general a campo raso y en sitios degradados. La supervivencia es muy baja. Se considera como difícil de trasplantar. En un sitio degradado a 1,200 pies de elevación los árboles de seis años de edad tenían de 1 á 2 pulgadas de diámetro y de 12 a 15 pies de altura, eran de buena forma y prósperos. Es sorprendente la lozanía de los árboles a pesar de las condiciones adversas del sitio.

Se plantaron algunos árboles en Toro Negro a 2,900 pies de elevación, en una ladera muy degradada. Al cabo de 9 años los árboles tenían de 3 a 4 pulgadas de diámetro y de 12 a 15 pies de altura. La mayoría de los árboles que allí había eran de mala forma y cloróticos.

No se le ha notado ninguna enfermedad o ataque de insecto.

Calophyllum calaba Jacq., maría, Santa María

La maría se ha usado extensamente en plantación debido a su habilidad de sobrevivir en sitios adversos y de competir ventajosamente con la vegetación natural. Ha mostrado gran adaptabilidad a una gran variedad de condiciones desde el seco sudoeste hasta las húmedas áreas a mayores elevaciones. Generalmente, la siembra directa ha tenido éxito excepto cuando se ha usado semilla de mala calidad (véase la figura número 2).

En un estudio, la germinación fué insignificante después de la primera siembra, pero al resembrar con mejor semilla, a la que se le habían extraído las frutas huecas, se obtuvo una germinación del 72 y 66 por ciento al cabo de 6 meses y un año respectivamente.

La mayoría de los rodales de maría son aún muy pequeños para medirse. Los datos en la tabla número 6 se obtuvieron de uno de los rodales más grandes situado en una ladera elevada y expuesta al viento en suelo deslavado a una elevación aproximada de 1,200 pies en la parte norte de Luquillo.

Los árboles con un diámetro a la altura del pecho de 3 pulgadas, tenían 8 años de edad. El d.a.p. promedio de los árboles de buena forma fué de 1.2 pulgadas. Los árboles más altos tenían 20 pies de altura. En esta plantación el 13 por ciento de los árboles de 1/2 pulgada de diámetro habían sido tumbados por el viento.

Tabla 6.—Desarrollo en una plantación pura de maría de 5 á 8 años de edad, originada de semilla

| D.A.P. | Forma del árbol y número de árboles por acre | | |
|---|---|---|---|
| | Buenos | Pobres | Total |
| Pulgadas | | Rodal puro | |
| 1 | 76 | 32 | 108 |
| 2 | 176 | 44 | 220 |
| 3 | 64 | - | 64 |
| 4 | 28 | 4 | 32 |
| Total | 344 | 80 | 424 |

Otra plantación situada en un sitio mejor que el promedio, a más baja elevación, tenía un diámetro promedio de 4 pulgadas y un diámetro máximo de 6 pulgadas a una edad de 6 á 8 años. La altura promedio era de 20 pies y la altura máxima de 25 pies. Aparentemente, el crecimiento se acelera (especialmente el crecimiento en diámetro), después de los primeros 6 años.

Tabla 7.— Crecimiento promedio de Calophyllum calaba

| Sitio | Edad promedio | Número de parcelas de ensayo | D.A.P. | | Altura | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Promedio | Máximo | Promedio | Máxima |
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Cerro | 5 | 1 | .5 | 1.0 | 3 | 5 |
| | 8 | 1 | 2.0 | 3.0 | 11 | 20 |
| Ladera | 4 | 1 | .5 | 1.5 | 8 | 12 |
| | 5 | 2 | .8 | 1.5 | 11 | 15 |
| | 6 | 2 | 1.2 | 2.0 | 9 | 12 |
| | 8 | 1 | 3.0 | 3.5 | 15 | 20 |

Un rodal de 13 años de edad en el lado sur de las montañas de Luquillo y a menos de 1,000 pies de elevación tenía un diámetro promedio de cerca de 5 pulgadas. Los árboles más grandes tenían 8 pulgadas de diámetro y 35 pies de altura. En este sitio la maría es superior a la caoba hondureña, a la maga y al capá blanco de la misma edad según lo denota su buena forma y robustez. La poda ha sido necesaria en rodales irregulares y de espaciamiento ancho.

En Toro Negro se hizo la siembra directa de 767 libras de semilla a cerca de 3,000 pies de elevación. La supervivencia fué satisfactoria y después de seis años los árboles se ven robustos, tienen pulgada y media de diámetro y de 3 a 8 pies de altura.

No se encontraron insectos o enfermedades que ataquen gravemente a la maría. Las hojas se ven comúnmente con agallas, pero eso no parece reducir el crecimiento.

Casuarina equisetifolia Forst., pino

El pino australiano ha sido plantado en las Montañas de Luquillo por los parceleros que viven en el bosque. Los resultados de esas plantaciones varían. En general, la supervivencia ha sido baja. Muchos árboles se tornaron cloróticos y no medran, excepto en pocos sitios a elevaciones comparativamente bajas.

La plantación más sobresaliente situada cerca del límite nordeste del bosque se encuentra en un buen medio estacional, a una elevación de cerca de 500 pies. El terreno es agrícola, mejor que el suelo promedio que se usa para la reforestación. La supervivencia fué elevada. A la edad de cerca de 8 años las alturas variaban entre 40 y 55 pies y el diámetro promedio era de 5 pulgadas. Una tercera parte del rodal tenía un diámetro de 6 pulgadas o más. Esta plantación tenía un área basimétrica de 71 pies cuadrados por acre. Dos terceras partes del área basimétrica está constituída por árboles dominantes y codominantes. El pino ha tenido mucho más éxito a lo largo de la meseta costanera y en los grandes valles de los ríos.

Cedrela mexicana L., cedro

El cedro fué una de las primeras especies plantadas. Se plantó en un área grande y fracasó en la mayoría de los sitios. La supervivencia fué generalmente de 60 por ciento o más en el primer año pero bajó rápidamente hasta quedar solamente unos árboles al final del segundo y tercer año. Aparentemente este problema está condicionado por la relación suelo-humedad. Ocasionalmente se encuentran árboles prósperos dispersos a lo largo de las carreteras.

El cedro ha tenido algún éxito sólo en un pequeño rodal en las laderas del sur de las Montañas de Luquillo. El suelo es arcilla pedregosa (Picachos) que está peculiarmente mal avenada en este sitio. Sin embargo, los árboles están creciendo en una capa muy somera de suelo que descansa sobre un lecho de canto rodado que provee un drenaje efectivo. El área tiene una

inclinación del 8 al 20 por ciento y la elevación no excede 1,000 pies. La estación meteorológica más cercana, a 1,800 pies, registró una precipitación promedio anual de 149 pulgadas. La humedad del suelo es abundante. Los árboles, plantados hace 8 años, tenían una altura promedio de 20 pies y un diámetro promedio de 5 pulgadas. Los árboles más grandes tenían 25 pies de altura y 9 pulgadas de d.a.p.

En Toro Negro quedan unos árboles lozanos creciendo en laderas escarpadas sobre una arcilla lómica de color obscuro, a 3,000 pies de elevación. Los árboles tenían de 3 á 3-1/2 pulgadas de d.a.p. y de 20 á 25 pies de altura al cabo de 9 años. El taladrador de los renuevos constituye una seria plaga de insecto que ataca este árbol. Los ataques son más ensañados en los rodales que no medran. El follaje se ve a veces atacado por el defoliador Dikraneura cedrela que causa una defoliación prematura.

Las plantaciones en gran escala han sido descontinuadas en espera de los resultados de las investigaciones.

Cedrela odorata L., cedro, cedro hembra

Nuestra especie nativa de cedro se encuentra ampliamente distribuída en las áreas húmedas a elevaciones variadas pero en el presente sólo se encuentran árboles jóvenes dispersos. Los árboles portagranos son escasos y además producen menos semillas y a intervalos más largos que C. mexicana.

El cedro nativo se plantó en Toro Negro durante el 1944 en escala experimental. Los árboles fueron plantados en suelos con diferente tipo de drenaje. Algunos árboles se plantaron en montículos. No se pueden derivar aún resultados concluyentes hasta esta fecha; algunos árboles se ven cloróticos, otros lozanos.

Cedrela toona Roxb., cedro

Esta especie fué introducida por el Servicio Forestal en Puerto Rico en 1928 ó 1929, procedente del Oriente. Un rodal de Cedrela toona plantado probablemente en 1929 ha llamado la atención por su lozanía y mejor crecimiento que el cedro español plantado en un sitio degradado contiguo.

Se midió un grupo de 50 árboles después de 15 años de plantados en tres localidades diferentes a menos de 1,000 pies de elevación. Los árboles variaban entre 1.5 pulgadas y 11 pulgadas de diámetro. El d.a.p. promedio era de 6.1 pulgadas. La altura variaba entre 15 y 20 pies.

Los troncos eran más sólidos que los del cedro español. Una muestra de madera observada mostraba el desarrollo de un duramen color rojo rosado a temprana edad. Los árboles más grandes se encuentran en las depresiones, las que parecen favorecer el crecimiento y prosperidad.

Durante el mes de marzo de 1945 se hizo un pequeño plantío en Toro Negro, adyacente a plantíos de cedro nativo de la misma edad, para que así fuera posible comparar el comportamiento de ambas especies. La supervivencia inicial fué de 100 por ciento.

Ceiba pentandra (L.) Gaertn., ceiba

Esta especie está ampliamente distribuída en la isla en forma de árboles aislados a elevaciones medianas, particularmente en habitat seco. Fué plantada en pequeñas cantidades en Luquillo. Esos plantíos fracasaron pero no se recogió información suficiente para determinar el porqué de la baja supervivencia.

Cordia alliodora R. & P., capá prieto

El capá prieto parece medrar en sitios bien drenados donde no haya mucha precipitación.

Marshall (5) informa que en Trinidad, donde mejor crece el capá prieto es en sitios donde la precipitación es de 50 á 75 pulgadas. Esto parece estar de acuerdo con la distribución natural de esta especie en Puerto Rico.

El capá prieto ha sido plantado en la mayoría de las localidades en Luquillo. Los árboles que quedan están dispersos. La supervivencia varía, pero generalmente es baja. Los factores que contribuyeron son: que el material de vivero era pobre y el severo ataque de un tizón de la hoja. En los estudios preliminares, el plantar los semillones despuntados a cruceta dió como resultado una alta supervivencia.

Las siguientes mediciones de crecimiento fueron tomadas de dos cuarteles de prueba en laderas en la parte oeste de las montañas de Luquillo, a cerca de 1,000 pies de elevación.

Tabla 8.— Desarrollo de plantaciones de capá prieto

| D.A.P. | Forma del árbol y número de árboles por acre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Plantación mixta de 6 años | | | Plantación mixta de 8 años | | |
| | Buena | Mala | Total | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | | | | | | |
| 1 | 8 | 20 | 28 | - | 4 | 4 |
| 2 | 32 | 40 | 72 | 20 | 32 | 52 |

Tabla 8.-(Cont.)

| D.A.P. | Forma del árbol y número de árboles por acre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Plantación mixta de 6 años | | | Plantación mixta de 8 años | | |
| | Buena | Mala | Total | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | | | | | | |
| 3 | 72 | - | 72 | 48 | - | 48 |
| 4 | 28 | - | 28 | 28 | - | 28 |
| 5 | - | - | - | 12 | - | 12 |
| Total | 140 | 60 | 200 | 108 | 36 | 144 |

El rodal de 6 años de edad crece sobre una arcilla lómica (Múcara), en mezcla con varias otras especies. El d.a.p. promedio para los árboles de buena forma es de 2.8 pulgadas. La altura promedio es de 22 pies, siendo los árboles más altos de 26 pies. La parcela de ensayo de 8 años de edad está situada más arriba, en un sitio más húmedo sobre un suelo arcilloso pesado (Los Guineos). El d.a.p. promedio para los árboles de buena forma es de 3.5 pulgadas. La altura promedio es de 25 pies, siendo los árboles más altos de 28 pies.

El plantío más sobresaliente en Toro Negro crece en una arcilla lómica suelta, de color obscuro, buena textura y pedregosa, a una elevación de 3,200 pies. La topografía es escarpada. El crecimiento y robustez han sido buenos a pesar de la intensa competencia por parte de los bejucos. La altura promedio de los árboles es de 15 pies, siendo los más altos de 30 á 35 pies al cabo de 8 años. La supervivencia era de 85 por ciento un año después de haber sido plantados. El porcentaje de árboles vigorosos y bien formado era excepcionalmente elevado.

El índice de crecimiento en 10 "estudios de sitios" en la División de Toro Negro fué como sigue;

Tabla 9.—Crecimiento promedio del capá prieto

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades | D.A.P. | | Altura | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Promedio | Máximo | Promedio | Máxima |
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Ladera | 7 | 6 | 2.0 | 3.0 | 10.5 | 17.5 |
| Valle | 8 | 4 | 2.3 | 3.2 | 10.0 | 21.0 |

A pesar de haber rodales abiertos la forma de los árboles es buena. Hasta la fecha ha crecido bien cuando se subplanta en rodales de palmas de sierra en suelos arcillosos pesados. Plantíos de 4 á 5 años de edad a elevaciones de 3,200 pies tenían una altura promedio de 8 pies, siendo los más altos de 16 pies. Los diámetros promedio y máximo son de 1 y 3 pulgadas respectivamente. La supervivencia era muy alta y los árboles lucían robustos.

El capá prieto no muestra una preferencia marcada por terrenos fértiles como lo muestra la caoba hondureña o la maga, pero no debe plantarse en sitios muy degradados. Los árboles crecen bien en las laderas superiores y en los cerros si el suelo se ha mantenido en buenas condiciones por medio de un dosel alto. El dosel debe quitarse gradualmente ya que el capá necesita luz para crecer.

Debe evitarse la aglomeración de árboles de esta especie para evitar epidemias de insectos y enfermedades que atacan esta especie. Parece mezclarse bien con el guaraguao.

La hoja se ve severamente atacada por Monanthia monotropidia. Durante los años secos este insecto puede ocasionar una grave defoliación. Los semillones pequeños y demás material de vivero se ve atacado seriamente por un tizón de la hoja.

Dacryodes excelsa Vahl., tabonuco

El tabonuco es aún una de las especies más abundantes del Bosque Nacional Caribe.

Se han hecho muy pocos plantíos ya que es preciso trasplantarlo con cepellón y aún así la supervivencia es sólo regular. La siembra directa que se efectuó en un área pequeña no dió buenos resultados.

Los plantíos en pequeña escala que se efectuaron en 1936 a lo largo de un río en Toro Negro a 2,800 pies de elevación muestran una supervivencia baja pero los árboles remanentes se ven robustos. Los plantíos se hicieron bajo un dosel de sombra de café. Tenían un d.a.p. de 1 1/2 á 2 pulgadas y una altura de 10 á 14 pies al cabo de 9 años. El crecimiento promedio fué como sigue.

Tabla 10.--Crecimiento promedio del tabonuco

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades | D.A.P. Promedio | D.A.P. Máximo | Altura Promedio | Altura Máxima |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Ladera | 9 | 1 | 2.0 | - | 10 | - |
| Valle | 9 | 2 | 1.5 | 2.3 | 10 | 14 |

Dalbergia sissoo Roxb., dalbergia

La dalbergia se sembró por primera vez en Luquillo, en 1933. En las arcillas pesadas no tardó en verse el fracaso tanto en supervivencia como en robustez. En un suelo lómico arcilloso (Múcara) la mayoría de los árboles estaban lozanos.

El mejor rodal se encuentra en un valle al lado noroeste de las montañas a cerca de 800 pies de elevación. El suelo es fértil y pedregoso. Los árboles crecieron rápidamente y estaban lozanos hasta llegar a más de 4 pulgadas de diámetro y teniendo los más altos 40 pies de altura. Entonces fueron atacados por una enfermedad cuyo síntoma más prominente era el exudar una especie de goma. La exudación se extiende por casi todo el tronco pero la lesión aparentemente la causa una podredumbre radicular. Los árboles se ven atacados por un gorgojo "cabeza de alfiler" aunque esta lesión puede ser secundaria en árboles enfermos. El porcentaje de árboles muertos era bajo, pero prácticamente todo el rodal mostraba la exudación de goma y el ataque del gorgojo. El tamaño de los árboles varía mucho. Los árboles enfermos han producido abundantes chupones radiculares.

Eucalyptus citriodora Hook., eucalipto

Cerca de tres años atrás se plantó un pequeño rodal a aproximadamente 2,800 pies de elevación en Toro Negro. El sitio se encuentra en un suelo arcilloso degradado y mal avenado. Los diámetros promedio y máximo eran de 2 y 3.8 pulgadas respectivamente y con alturas promedio y máxima de 12 y 20 pies respectivamente. El crecimiento ha sido más lento que el de E. robusta y los árboles no se muestran vigorosos.

Unos cuantos árboles de E. citriodora plantados en las laderas al noroeste de las Montañas de Luquillo tienen diámetros promedio de 1 á 2 pulgadas. Uno de estos árboles llegaba a 11 pulgadas de diámetro. La altura fluctuaba entre 30 y 45 pies. En este rodal la forma era pobre por lo general.

Eucalyptus resinifera Smith, eucalipto

Queda algún resquicio de duda en cuanto a la identidad de los árboles plantados en Puerto Rico bajo ese nombre pero cuadran bastante bien con la descripción de la especie.

La supervivencia ha sido alta a pesar de que se plantó a raíz desnuda.

Tabla 11.- Rodal de Eucalyptus resinifera en parcela de ensayo en una ladera

| D.A.P. | Forma del árbol en un grupo de 54 árboles | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | | | |
| 3 | 3 | 2 | 5 |
| 4 | 6 | 1 | 7 |
| 5 | 10 | 2 | 12 |
| 6 | 14 | 1 | 15 |
| 7 | 10 | - | 10 |
| 8 | 4 | - | 4 |
| 9 | 1 | - | 1 |
| Total | 48 | 6 | 54 |

En Toro Negro a cerca de 3,000 pies de elevación el 90 por ciento de los árboles estaban lozanos y tenían buena forma. Aún con espaciamiento distanciado los árboles se desraman por sí propios muy efectivamente. Son de porte menos erguido que E. robusta. Las alturas promedio y máxima son de 40 y 55 pies respectivamente al cabo de 5 años.

La mayoría de los rodales crece en una arcilla suelta y porosa. Los resultados no eran muy diferentes cuando crecían en arcillas pesadas. Mientras el rodal está abierto la subvegetación consiste de helechos, maleza y yerbas altas que crecen imperturbadas.

El crecimiento en altura ha sido rápido, o sea más de 8 pies cada año. El crecimiento nuevo tiende a quebrarse por la acción del viento. No hay evidencia de desarraigos.

Los rodales no están bien provistos. Un espaciamiento de 8 pies por 8 pies es adecuado durante la plantación, siempre y cuando haya una supervivencia inicial alta. Las replantaciones deben hacerse temprano, para poder obtener un rodal uniforme, lo cual es importante en el caso de especies intolerantes. Los desyerbos deben ser frecuentes durante los primeros dos años, después de los cuales se necesitan muy pocos cuidados. Con plantaciones bien provistas probablemente se necesitarán aclareos en el quinto año. La capacidad de brotar de cepa es buena. No se han notado daños causados por insectos, ni enfermedades.

Eucalyptus robusta Smith, eucalipto

En los últimos tres o cuatro años esta especie de eucalipto se ha plantado extensivamente en las alturas. Se ha usado para llenar huecos en los suelos degradados. Los plantíos en Toro Negro fueron iniciados en 1941 y continúan hasta la fecha.

Es típico el crecimiento que aparece en la siguiente tabla, alcanzado por un grupo de árboles en un sitio pobre sujeto al pastoreo excesivo.

Tabla 12.—Rodal de Eucalyptus robusta en un cuartel de ensayo - cerro.

| D.A.P. | Forma del árbol en un grupo de 66 árboles | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| **Pulgadas** | | | |
| 1 | - | 2 | 2 |
| 2 | 3 | 14 | 17 |
| 3 | 14 | 4 | 18 |
| 4 | 12 | 1 | 13 |

Tabla 12.-(Cont.)

| D.A.P. | Forma del árbol en un grupo de 66 árboles | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | | | |
| 5 | 14 | - | 14 |
| 6 | 2 | - | 2 |
| Total | 45 | 21 | 65 |

La elevación es de cerca de 2,800 pies. A los cuatro años la altura promedio es de 26 pies; los árboles más altos tienen 36 pies de altura. El 70 por ciento de los árboles son vigorosos y de buen porte. Los árboles pobres son aquellos situados en los peores sitios o afectados por la competencia de bejucos o por el pastoreo. A pesar de estar situado en un sitio expuesto, este rodal parece soportar bien el azote del viento.

Otro rodal de aproximadamente 4 años de edad crece en suelo aluvial, a 2,700 pies de elevación en Toro Negro. El sitio ha sido usado anteriormente en cultivos agrícolas y pastoreo.

Tabla 13.-Rodal de Eucalyptus robusta en un cuartel de ensayo-laderas inferiores

| D.A.P. | Forma del árbol en un grupo de 51 árboles | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | | | |
| 1 | - | 1 | 1 |
| 2 | 5 | 3 | 8 |
| 3 | 13 | 1 | 14 |
| 4 | 17 | 1 | 18 |
| 5 | 9 | 1 | 10 |
| Total | 44 | 7 | 51 |

La supervivencia es elevada y el 90 por ciento de los árboles se ven lozanos y de buena forma. Aquí el crecimiento en diámetro y altura ha sido mejor que el logrado en los cerros. La altura promedio era de 30 pies y la altura máxima de cerca de 40 pies. El 11 por ciento de los árboles ha sido quebrado por los vientos, partiéndose a aproximadamente 1/3 parte de su altura del suelo. La subvegetación consiste de bejucos, gramíneas y maleza baja que crece sin inhibirse bajo un dosel ligero.

Parece haber variación en la forma de E. robusta. Muchos de los especímenes viejos se tornan deformes y feos, con un tronco torcido. Los árboles en estas condiciones son de poco valor, excepto como combustible.

Se ha observado gomosis en algunos árboles pero la exudación de goma es probablemente una cosa normal. No se han notado daños causados por insectos. Tiene una gran capacidad de brotar de cepa.

Hasta la fecha no se han hecho aclareos ya que los rodales están ampliamente espaciados.

Eugenia aeruginea DC., guasábara

Ocasionalmente se encuentran árboles de guasábara en las Montañas Centrales. Son de porte bastante derecho y de buen tamaño. La madera es durable cuando se usa en contacto con el terreno. En diciembre de 1944 se sembraron algunos brinzales con o sin cepellón bajo un rodal de palmas en la parte este de Toro Negro. A pesar que el material usado era pequeño y ahilado la supervivencia fué alta en ambos tratamientos. Los árboles se muestran lozanos pero han crecido poco hasta la fecha.

Eugenia jambos L., pomarrosa

La pomarrosa, una exótica traída del Oriente, se ha propagado por sí sola en las partes más húmedas de la isla. Ha llamado la atención la posibilidad de usar esta especie para rehabilitar suelos degradados y para la obtención de leña. Se la ha sugerido como especie de estrato inferior (bajo dosel) en los cerros altos y en sitios expuestos donde sólo crece un tipo bajo de bosque a la par con palmas de sierra.

La pomarrosa se ha plantado en escala experimental en malezas bajas y pastos y se han subplantado bajo rodales de palmas. Los resultados han indicado que puede propagarse por semilla (a voleo o a siembra directa), por brinzales o por material de vivero. El uso de semillas dá resultado pero los semillones que se producen tardan en surgir entre los bejucos y la maleza. Los resultados obtenidos con el material de vivero no han sido consistentes ya que los plantones de pomarrosa son sensitivos a los cambios a que se someten las raíces en el trasplante. Se ha obtenido una supervivencia alta en el ambiente sombrío y húmedo bajo las palmas de sierra.

Eugenia stahlii (Kiaersk) Krug & Urban., guayabota

La guayabota es una de las especies más corrientes en Toro Negro, especialmente en las elevaciones más altas. Como produce frutas grandes regularmente y en grandes cantidades se consideró que se propagaba bien por siembra directa. En 1946 se estableció una pequeña plantación a 2,600 pies de elevación en un suelo arcilloso desgastado. La supervivencia fué alta pero el crecimiento ha sido muy lento. Por lo general el crecimiento promedio fué de 1 pulgada de diámetro y aproximadamente 4 pies de altura al cabo de 9 años. En 1944 se hizo una subplantación experimental de brinzales bajo un rodal de palmeras. La supervivencia después de la plantación fué muy alta y los árboles se veían muy lozanos, pero el crecimiento ha sido muy lento.

Fraxinus sp., fresno del Hawaii

El material de esta especie para plantar se obtuvo de semilla proveniente del Hawaii y sembrada en los viveros del Servicio Forestal en 1932. Superficialmente esta especie no se distingue del F. americana. En febrero de 1933 se plantó una franja estrecha cerca del lago Guineo a 3,000 pies de elevación en Toro Negro, en un sitio abierto y degradado. Los primeros exámenes mostraron una buena supervivencia y árboles lozanos. Sin embargo, los árboles se veían severamente atacados por una queresa, de manera que los brotes se marchitaban repetidamente. El crecimiento ha sido relativamente lento. Después de 12 años, la mayoría de los árboles en esta plantación tiene 4 pulgadas o menos de diámetro. La altura promedio es de cerca de 15 pies, los árboles más grandes miden 20 pies. Cerca del 50 por ciento de los árboles tiene buena forma. Los árboles de mayor diámetro se encontraban a lo largo de las carreteras pero eran muy bajos y muy pocas veces eran derechos.

Guarea trichilioides L., guaraguao

El guaraguao es una de las especies más comunes en los bosques húmedos. La supervivencia en las plantaciones es elevada pero algunos no se ven lozanos. A campo raso en áreas degradadas los semillones se han tornado cloróticos y achaparrados. En otros sitios mejores, especialmente bajo abrigo de otros árboles, los árboles alcanzan entre 1 y 3 pulgadas de diámetro y de 6 a 15 pies de altura en 8 años. En los claros los árboles producen un tronco corto y una copa pesada.

Un plantío de brinzales hecho en 1944 en un sitio favorable muestra una supervivencia inicial de aproximadamente el 90 por ciento. Los brinzales que habían sido cortados a cruceta, dejándolos sólo de dos pies de altura al plantarlos, se veían sanos y vigorosos. El uso de plantones grandes (hasta de una pulgada de diámetro) es provechoso ya que los árboles pueden sobrepasarle a los bejucos más ligero. El índice de crecimiento ha sido entre mediano y lento.

En 1939 y 1940 se plantó esta especie bajo palmeras, 3,000 pies de elevación en Toro Negro. La supervivencia es elevada. Los árboles se

veían prósperos, de 1/2 á 1 pulgada de diámetro y de 5 á 10 pies de altura a los 5 ó 6 años de edad. El crecimiento de guaraguao aparece en detalle en la tabla que sigue.

Tabla 14.- Crecimiento promedio de guaraguao

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades | D.A.P. | | Altura | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Promedio | Máximo | Promedio | Máxima |
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Ladera | 6 | 1 | 1.5 | - | 12 | - |
| Promedio | 4 | 1 | .5 | 1 | 6 | 10 |

El crecimiento es más lento que el de capa prieto, maga y la caoba hondureña.

El guaraguao es una especie de sombra y medra mejor bajo las condiciones que imperan en el bosque. Por lo tanto, los plantíos en sitios degradados a campo raso por lo general fracasan. Debe crecer bien mezclada con una especie de crecimiento más rápido tal como el capá prieto, ya que tolera la sombra.

Los insectos no atacan esta especie. Los brinzales se ven atacados por un tizón de la hoja pero esta enfermedad no ha tomado importancia hasta la fecha.

Hymenaea courbaril L., algarrobo

Algarrobo crece a elevaciones menores en las montañas de Luquillo pero no se encuentra en la División de Toro Negro. Debido al hecho de que produce brotes con facilidad persiste en rodales cortados.

El algarrobo fué propagado por siembra directa en el lado oeste de las montañas de Luquillo a aproximadamente 1,000 pies de elevación, habitat donde se encuentra naturalmente. La supervivencia fué muy baja porque los ratones se comían las suculentas hojas. El crecimiento ha sido lento. El crecimiento en los "estudios de sitios" ha sido como sigue;

Tabla 15.—Crecimiento promedio del algarrobo

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades | D.A.P. Promedio | D.A.P. Máximo | Altura Promedio | Altura Máxima |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Cerro | 8 | 2 | .7 | 1.6 | 7 | 12 |

En sitios pobres los árboles de 8 años, originados de semilla, no pasaban de 2 pulgadas de d.a.p. y de 12 pies de altura. Sin embargo, medran en sitios pobres y expuestos mejor que la mayoría de las especies valiosas. Los semillones empiezan bien bajo dosel pero pronto necesitan luz directa de arriba para crecer mejor.

La forma del árbol es a principio arbustiva, a semejanza de otras leguminosas, pero después que llega de 6 á 8 pies de altura se forma la guía.

Por lo general el algarrobo está exento del ataque de insectos y enfermedades.

Lucuma multiflora A.DC., jácana

La jácana es un árbol grande de los bosques húmedos. Se ha plantado principalmente para llenar huecos o suplir fallas en una gran variedad de sitios. También fué subplantada y sembrada a campo raso. Originalmente se creyó que la jácana servía para suelos pobres pero se ha encontrado que se torna clorótica y apenas crece. En los sitios mejores, especialmente bajo abrigo, crece vigorosa y con bastante rapidez.

Los rodales de 5 años que crecen en sitios favorables bajo dosel tenían de 1 á 2 pulgadas de diámetro y de 10 á 20 pies de altura. El 69 por ciento de los árboles del rodal de 6 años de edad criado bajo abrigo estaban bien formados. El diámetro promedio era de 2.3 pulgadas y las alturas promedio y máxima eran de 20 y 25 pies respectivamente. Estos resultados son mejores que los de rodales promedio. En sitios buenos la jácana crece más ligero que la maría pero más despacio que el capá prieto o la caoba hondureña. Cuando crece a campo raso los árboles tienden a tornarse aparasolados y ramosos, razón adicional por la que debe preferirse sembrar bajo sombra.

La supervivencia ha sido de regular a buena aunque a veces la germinación ha sido lenta. Se han usado brinzales con buenos resultados en condiciones favorables.

Las plantaciones existentes son tan pequeñas que no pudieron establecerse cuarteles de prueba para medir el incremento. Del estudio de un sitio favorable se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto a diámetro y crecimiento en altura.

Tabla 16.—Crecimiento promedio de la jácana en Luquillo

| Sitio | Edad promedio | Número de sitios diferentes | D.A.P. | | Altura | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Promedio | Máximo | Promedio | Máxima |
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Ladera | 5 | 1 | 2.0 | 2.0 | 15 | 20 |
| Ladera | 6 | 1 | 3.0 | 4.0 | 18 | 24 |

En Toro Negro el crecimiento de esta especie ha sido más lento que en Luquillo y depende en mucho de la calidad del medio estacional. Los rodales de 8 años originados de semilla tenían un diámetro promedio de una pulgada y una altura promedio de 12 pies con máximas de 2 pulgadas y 18 pies, respectivamente. En laderas abiertas y degradadas los árboles de la misma edad tenían menos de 10 pies de altura.

El crecimiento de la jácana a 2,500 pies de elevación en Toro Negro aparece en la siguiente tabla.

Tabla 17.— Crecimiento promedio de jácana

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades diferentes | D.A.P. | | Altura | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Promedio | Máximo | Promedio | Máxima |
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Laderas | 6 | 7 | 1.0 | 2.0 | 6.5 | 20 |
| Cerros | 8 | 2 | 1.4 | 2.4 | 9 | 12 |
| Valle | 7 | 3 | 1.3 | 2.0 | 10 | 15 |

La jácana se ha mostrado por lo regular libre del ataque de insectos y enfermedades.

Mimusops nitida (Sessé & Moc.) Dubard, ausubo

El ausubo es una de las maderas más valiosas de la isla de Puerto Rico. Es una madera de gran belleza, muy dura y que sirve para construcciones pesadas. Se ha plantado en pequeña escala debido mayormente a que ha sido imposible obtener semilla en cantidades necesarias. Es un árbol que tolera la sombra y los semillones parecen preferir las condiciones que imperan en los bosques densos de abrigo, con su suelo y humedad favorables.

Los árboles de 5 años subplantados en un buen sitio bajo un alto dosel tienen un diámetro promedio de 2 pulgadas y tienen de 15 a 20 pies de altura. Es posible obtener una supervivencia alta. Los árboles son por lo general vigorosos y de forma excelente. Su índice de crecimiento es más o menos igual que el de jácana y más rápido que el de maría.

Tabla 18.—Crecimiento promedio del ausubo

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades diferentes | D.A.P. | | Altura | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Promedio | Máximo | Promedio | Máxima |
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Ladera | 9 | 2 | 1.8 | 2.7 | 7 | 14 |

Su elevada supervivencia, buen crecimiento, rusticidad, tolerancia y buena forma además del valor de su madera la recomiendan como una especie lógica para la subplantación. La ordenación de los rodales naturales puede aumentar considerablemente las existencias de ausubo. La plantación será sólo necesaria en aquellos bosques donde no hay árboles portagranos ni repoblado incipiente de esta especie.

Hasta la fecha el ausubo ha estado exento del ataque de insectos y enfermedades.

Montezuma speciosissima Sessé & Moc., maga colorada

La maga crece mejor en los valles y laderas inferiores. En suelos arcillosos pesados y erosionados los árboles se tornan cloróticos y achaparrados. La supervivencia es por lo general alta en sitios favorables. Los resultados de un cuartel de ensayo en un suelo lómico arcilloso

(Múcara) de 45 por ciento de inclinación, bajo cultivo y a 1,000 pies o menos de elevación aparecen a continuación:

Tabla 19.—Rodal en un cuartel de ensayo de maga - ladera

| D.A.P. | Forma y número de árboles por acre | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | Rodal mixto de 8 años | | |
| 1 | - | 8 | 8 |
| 2 | 56 | 56 | 112 |
| 3 | 132 | 16 | 148 |
| 4 | 24 | - | 24 |
| Total | 212 | 80 | 292 |

Este es el mejor rodal de maga de Luquillo. Los árboles promedio tenían 30 pies de altura y los más altos, 40 pies. El diámetro promedio de los árboles de buena forma era de 2.9 pulgadas. El espaciamiento es de poca distancia, factor que contribuye a la buena forma de los árboles.

El siguiente rodal crece en una ladera favorable de suelo Múcara en la misma localidad general:

Tabla 20.—Rodal en cuartel de ensayo de maga - ladera

| D.A.P. | Forma y número de árboles por acre | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | Rodal mixto, de 5 años | | |
| 1 | 4 | 80 | 84 |
| 2 | 96 | 176 | 272 |
| 3 | 100 | 132 | 232 |
| 4 | 4 | 32 | 36 |
| Total | 204 | 420 | 624 |

Esta plantación ha crecido bajo un dosel alto y no ha sido usada en cultivos agrícolas. Aunque las condiciones son muy favorables sólo el 33 por ciento de los árboles tienen buena forma. Las alturas promedio y máxima de los árboles fueron de 15 y 20 pies respectivamente.

A menos que no estén en un rodal cerrado y en sitio favorable, los árboles de esta especie forman una copa ancha y a menudo se inclinan. Esto dá como resultado la producción de chupones y vástagos. Además, las bases de las ramas laterales engruesan produciendo un tronco irregular y de porte pobre. Como los brotes se producen libremente, la poda no parece ayudar mucho.

Los resultados obtenidos no justifican el que se extiendan en el futuro las plantaciones de maga ni las replantaciones en las Montañas de Luquillo, aún en los sitios más favorables.

En Toro Negro la supervivencia es elevada en los valles pero pobre en los cerros. Como pasa en Luquillo, para crecer satisfactoriamente requiere suelos más profundos en la base de las laderas y a lo largo de los valles.

Los datos en la siguiente tabla se obtuvieron de un rodal que originalmente era mixto, con cedro español pero hoy día sólo queda la maga. La elevación es de unos 2,500 pies.

Tabla 21.— Rodal de maga en cuartel de ensayo - valle

| D.A.P. | Forma y número de árboles por acre | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | Rodal puro, de 8 años | | |
| 1 | - | 28 | 28 |
| 2 | 20 | 64 | 84 |
| 3 | 120 | 48 | 168 |
| 4 | 52 | 12 | 64 |
| 5 | 16 | 4 | 20 |
| Total | 208 | 156 | 364 |

Por término medio los árboles tenían 8 años de edad y 25 pies de altura; los más altos tenían 45 pies. El 57 por ciento de los árboles

fueron clasificados como vigorosos y de buen porte. Este rodal es mejor que el rodal promedio.

En Toro Negro los troncos tienen buena forma, libres de protuberancias o úlceras. No tienen brotes y la desramazón natural es muy buena. La forma es buena aún a lo largo de las carreteras donde reciben luz por todos lados. La mejor relación con la luz puede ser una de las causas de la buena forma de los árboles aquí, si se compara con la que tienen en Luquillo. El comportamiento distinto en ambas localidades sugiere también la existencia de diferentes variedades de esta especie. La forma y el vigor son posiblemente caracteres hereditarios.

La siguiente tabla indica el crecimiento promedio en Toro Negro:

Tabla 22.—Crecimiento promedio de la maga

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades diferentes | D.A.P. | | Altura | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Promedio | Máximo | Promedio | Máxima |
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Ladera | 6 | 2 | 2.0 | 3.0 | 15 | 21 |
| Valle | 6 | 5 | 2.3 | 3.2 | 18 | 24 |

El crecimiento es muy rápido, especialmente en los valles. Esta especie muestra un índice de crecimiento mejor que la mayoría de las especies plantadas en Toro Negro. El crecimiento rápido, la buena forma y el estar exenta de úlceras y brotes hacen de la maga en Toro Negro tan buena especie como la mejor de cualquier parte de la isla.

El aclareo de los árboles defectuosos no es de mucha prioridad ya que muchos de ellos se quedan atrás y van siendo eliminados.

Debido a que el gusano rosado del algodón pasa una parte de su ciclo vital sobre esta especie se ha suspendido la plantación hasta que se sepa en definitiva el verdadero significado de ese hecho. En sitios poco favorables los árboles muestran una gran infección de tizón de la hoja. La clorosis no es general. Las frutas constituyen el alimento favorito del manchador del algodón. No se ha observado ninguna otra enfermedad.

Nectandra membranacea (Sw.) Griseb., laurel amarillo

El laurel amarillo es una especie agresiva que invade los pastizales y malezas. Es de las primeras en venir durante el re-establecimiento de la cobertura forestal. Se plantaron brinzales bajo dosel con buenos resultados. La supervivencia fué elevada y el crecimiento bastante bueno. Los árboles se ven muy lozanos.

Ocotea moschata L., nuez moscada

La nuez moscada ha sido plantada en pequeñas cantidades. Medra bien bajo dosel, en condiciones parecidas a las que imperan en el bosque. La siembra directa es factible.

Unos pocos árboles, probablemente de seis años de edad, que se encuentran al abrigo de un dosel más alto en la parte oeste de las Montañas de Luquillo tenían diámetros entre 1.2 y 1.7 pulgadas y una altura promedio de 12 á 15 pies. Los árboles estaban lozanos y de muy buena forma. No se notaron insectos dañinos ni enfermedades.

Se encontraron tres ejemplares plantados hace 25 años en un cerro alto y erosionado en el mismo vecindario a cerca de 1,000 pies de elevación. Estos árboles tenían un promedio de 35 pies de altura, 11 pulgadas de d.a.p., y se veían muy lozanos y de buena forma.

Durante el 1945 se hizo una siembra directa experimental de 43 acres a 2,800 pies de elevación en Toro Negro, la mayor parte bajo sombra de café. La germinación fué alta. Al cabo de dos años la supervivencia era de un 40 por ciento. El rodal se ve en forma de manchones. Después de más de 9 años los árboles más viejos en sitios buenos tenían de 1 á 2 pulgadas de d.a.p. y de 8 á 12 pies de altura.

Los ataques del insecto que enrolla las hojas fueron serios al principio y se temió ocurriese una epidemia, pero recientemente las condiciones han mejorado. Hoy se cree que a pesar de esa plaga los árboles habrán de crecer bien. En los "estudios de sitios" se logró el siguiente crecimiento.

Tabla 23.— Crecimiento promedio de nuez moscada

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades diferentes | D.A.P. | | Altura | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Promedio | Máximo | Promedio | Máxima |
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Valle | 9 | 3 | 1.2 | 1.8 | 8 | 12 |

La nuez moscada se considera adecuada para la subplantación. Se establece fácilmente por siembra directa. La producción de semillas tiene lugar regularmente y en buena cantidad y su madera está catalogada localmente entre las mejores. Deben evitarse los plantíos grandes y puros debido al peligro del ataque del enrollador de la hoja.

Petitia domingensis Jacq., capá blanco

El capá blanco es bastante común a elevaciones bajas y medianas a través de la isla. La supervivencia en plantación ha sido por lo regular elevada y en la mayoría de las plantaciones al cabo de 3 años quedan cerca del 60 por ciento de los árboles plantados originalmente. Los árboles se ven lozanos y muestran gran habilidad para soportar la competencia de los bejucos.

Después del roble y la maría, el capá blanco está considerado como la mejor especie en sitios pobres. Crece bien tanto en las laderas convexas como en las cóncavas, aunque la forma de los árboles es mejor en estas últimas. Parece adaptarse mejor a los suelos más porosos como el suelo Múcaras y aquellos que se derivan de la cuarzo-diorita. No debe considerarse para los suelos arcillosos pesados en áreas de elevada precipitación.

Los rodales que aparecen en la siguiente tabla fueron medidos en plantaciones puras y mixtas sobre una arcilla lómica (Múcara). Las laderas varían entre 45 y 60 por ciento de inclinación.

Tabla 24.—Rodales de capá blanco en un cuartel de ensayo - ladera

| D.A.P. | Forma de los árboles y número de árboles por acre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | Rodal puro, de 6 años | | | Rodal mixto, de 6 años | | |
| 1 | - | 8 | 8 | - | 96 | 96 |
| 2 | 24 | 52 | 76 | 192 | 100 | 292 |
| 3 | 232 | 64 | 296 | 80 | 16 | 96 |
| 4 | 172 | 4 | 176 | 8 | - | 8 |
| 5 | 12 | - | 12 | - | - | - |
| Total | 440 | 128 | 568 | 280 | 212 | 492 |

En el rodal puro el porcentaje de árboles satisfactorios fué de 78 mientras que en el rodal mixto fué sólo de 58.5 por ciento. El d.a.p. promedio de árboles satisfactorios fué de 3.45 pulgadas y 2.38 pulgadas respectivamente. La altura promedio de los árboles fué menor de 25 pies. El cuartel mixto era de inferior calidad debido a que el sitio era algo peor y a la competencia aportada por la teca. En este sitio la teca está creciendo bastante bien y como es de crecimiento más rápido que el capá, ha sobrepasado a éste en altura y en diámetro. Como el capá no tolera la sombra su crecimiento ha disminuído.

A menos que el capá no crezca con cierto grado de sombra lateral, desarrolla una copa redonda y grande con varias ramas gruesas y el tronco adquiere una forma excesivamente piramidal. Esta condición se extrema en sitios adversos.

Teniendo cuidado, pueden producirse árboles derechos y ésto con más facilidad en laderas inferiores y valles. La distancia al plantar no debe ser mayor de 6 pies. Los rodales deben mantenerse cerrados durante los primeros años de la plantación. La mezcla con especies de diferente índice de crecimiento no ha dado resultado.

No ha sido necesario efectuar aclareos hasta la fecha. Es algo tarde para efectuar podas en las plantaciones más viejas; sin embargo, puede beneficiar en algo el efectuar alguna poda de los árboles que han de constituir la cosecha futura.

Hasta la fecha no se conocen insectos dañinos ni enfermedades que le ataquen.

El capá blanco no parece tener las posibilidades madereras de capá prieto o ausubo ni la habilidad de crecer en los peores sitios como el roble o la maría. Es un árbol algo pequeño y las trozas de los árboles maderables son a menudo nudosas y de mala forma.

Sciacassia siamea (Lam.) Britton, casia

Esta especie exótica, usada principalmente para leña, fué plantada en 1936 a cerca de 400 pies de elevación en las laderas al nordeste de las montañas de Luquillo, para lograr una cubierta forestal rápidamente y un dosel superior bajo el cual se había de subplantar la caoba dominicana. Se dejaron 24 pies entre filas, plantando tres hileras de caoba entre cada 2 hileras de casia. Los árboles en las hileras se plantaron a una distancia de 6 pies entre árboles. El sitio tiene un suelo arcilloso de la serie Catalina, bastante bueno, con una inclinación del 30 por ciento. Como la caoba dominicana no dió buen resultado y el espaciamiento entre las hileras de casia era bastante, los árboles produjeron muchas ramas. La supervivencia de la casia fué alta y el 50 por ciento de los árboles fueron clasificados como de buena forma. El diámetro promedio de estos troncos fué de 5.2 pulgadas. La altura promedio al cabo de 8 años fué de 30 pies y la máxima 40 pies.

Los árboles de 2 á 3 años de edad en laderas abiertas llenas de bejucos, que se encuentran cerca de este sitio, variaban entre 1 y 2 pulgadas de diámetro y 15 y 20 pies de altura. La supervivencia y condición eran buenas.

Como en este bosque la casia no satisface ningún propósito especial no debe plantarse a menos que no sea en escala experimental.

Sideroxylon foetidissimum Jacq., tortugo amarillo

Esta especie es común en las llanuras costaneras secas. Se plantaron unos cuantos árboles a lo largo del río en Toro Negro. Estos árboles se ven lozanos pero al cabo de 7 años sólo tienen 4 pies de altura. Aunque puede que crezcan hasta su altura máxima, es evidente que se encuentran fuera de sitio en las montañas centrales.

Swietenia macrophylla King, caoba hondureña
Swietenia candollei Pittier, caoba venezolana

Estas dos especies serán discutidas conjuntamente porque para fines prácticos son muy similares.

Desde 1936 la plantación de estas especies se ha hecho en grandes cantidades en casi todas las plantaciones.

Para mejores resultados la caoba hondureña requiere crecer en laderas inferiores y valles. En laderas y cerros degradados se estaciona y no pudiendo luchar contra el taladrador de los retoños, finalmente muere o no prospera lo suficiente para ser de utilidad. Ha crecido poco en los sitios más expuestos y menos húmedos a aproximadamente 500 pies de elevación en los lados noroeste y oeste de las montañas de Luquillo.

Las siguientes son medidas de crecimiento en uno de los rodales de caoba más viejos en Luquillo. Fué establecido en una ladera inferior que había sido anteriormente usada en cultivos agrícolas y evidentemente estaba algo degradada cuando se plantó la caoba. Es probable que con el rodal se intercalaran cultivos agrícolas.

Tabla 25.—Rodal de caoba hondureña en cuartel de prueba - ladera

| D.A.P. | Forma de los árboles y número de árboles por acre | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | Rodal mixto, de 13 años | | |
| 3 | - | 4 | 4 |
| 4 | 12 | 12 | 24 |

Tabla 25.— (Cont.)

| D.A.P. | Forma de los árboles y número de árboles por acre | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | Rodal mixto, de 13 años | | |
| 5 | 28 | 32 | 60 |
| 6 | 48 | 20 | 68 |
| 7 | 48 | 12 | 60 |
| 8 | 32 | 16 | 48 |
| 9 | 32 | 8 | 40 |
| 10 | - | 4 | 4 |
| 11 | - | 4 | 4 |
| Total | 200 | 112 | 312 |

El 64 por ciento de los árboles tenían buena forma y vigor. El largo promedio de la primera troza es de sólo 14 pies. De los árboles brotan considerable número de ramas y la mayoría de los troncos muestra irregularidades y protuberancias características más arriba de la primera troza.

El siguiente rodal fué establecido en un buen sitio en el lado norte de las Montañas de Luquillo.

Tabla 26.— Rodal de coaba hondureña en un cuartel de ensayo - valle

| D.A.P. | Forma de los árboles y número de árboles por acre | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | Rodal mixto, de 7 años | | |
| 2 | - | 28 | 28 |
| 3 | 56 | 92 | 148 |
| 4 | 156 | 32 | 188 |

Tabla 26.-(Cont.)

| D.A.P. | Forma de los árboles y número de árboles por acre | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | Rodal mixto, de 7 años | | |
| 5 | 80 | 4 | 84 |
| 6 | 20 | 8 | 28 |
| Total | 312 | 164 | 476 |

El crecimiento anual promedio fué de 5 pies, teniendo los árboles más grandes 45 pies. Este es uno de los mejores rodales, situado sobre suelo fértil en terrazas coluviales. El avenamiento es bueno debido a la inclinación de la ladera y al suelo pedregoso. La caoba hondureña parece preferir las áreas húmedas y las arcillas en ambientes muy similares a los del cafetal.

Más abajo aparecen los resultados de otros rodales en las laderas inferiores y los valles.

Tabla 27.- Rodales en cuartel de ensayo de caoba hondureña - valle

| D.A.P. | Forma de los árboles y número de árboles por acre | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | Bosque mixto, de 6 años | | | Bosque mixto, de 7 años | | |
| 1 | 4 | - | 4 | - | - | - |
| 2 | 8 | 56 | 64 | - | 120 | 120 |
| 3 | 80 | 52 | 132 | 132 | 148 | 280 |
| 4 | 60 | 8 | 68 | 144 | 56 | 200 |
| 5 | 12 | - | 12 | 52 | 52 | 64 |
| 6 | - | - | - | 4 | - | 4 |
| Total | 164 | 116 | 280 | 332 | 336 | 668 |

El crecimiento anual promedio del rodal de 6 años de edad fué de 5 pies y el de la plantación de 7 años fué de 4 pies, en la cual los árboles más altos tenían 40 pies de altura. Ambos están situados en buenos sitios pero las plantaciones más viejas han sido dominadas por un dosel más alto de árboles, de crecimiento secundario, hecho que aparentemente retardó el crecimiento y contribuyó materialmente al número de árboles pobres.

La supervivencia de la caoba hondureña es por lo general buena. En un sitio favorable el establecimiento es más fácil que para la mayoría de las especies de maderas duras. El porte es bueno en sitios favorables, los árboles no brotan ramas hasta después que llegan hasta unos 30 pies de altura. El ataque del taladrador de los brotes es fuerte, causando la ramificación, a menos que el árbol crezca con vigor. Cuando crece junto con plátanos deben cortarse las ramas de éste para que no estorbe la guía en su rápido crecimiento. Debe preferirse un elevado dosel superior bajo el cual crezca esta caoba.

En rodales bien ordenados el ataque del taladrador de los tallos y la caída de árboles por efecto del viento no debe constituir un problema grave. En sitios favorables un gran porcentaje de los árboles finalmente logra anclar bien. Es evidente que en el futuro la caoba hondureña no habrá de plantarse comparativamente tanto como se hizo en el pasado. Los sitios donde mejor se adapta tienen mucha demanda para cultivos de subsistencia.

En buenos terrenos de café en la parte este de Toro Negro los árboles mejores, de 8 años de edad, tienen de 3 á 4 pulgadas de diámetro y de 30 á 35 pies de altura. Por término medio los árboles son más pequeños y ahilados. En los suelos más pesados en Toro Negro los árboles eran de porte pobre, de 2 á 2.5 pulgadas de diámetro y de 13 á 15 pies de altura.

La sombra de café se eliminó gradualmente para evitar que dominara a la caoba. El último examen hecho en enero de 1945 señaló una situación desalentadora aún en los mejores sitios. Los árboles se veían débiles, muy altos para su diámetro y no habían desarrollado una buena copa. Las pocas hojas que les quedaban tenían un color verde claro, poco saludable. Como la caoba no había formado un dosel para dar sombra al suelo es probable que la eliminación completa del piso superior causara el deterioro del sitio y relaciones ecológicas desfavorables.

Las caídas ocasionadas por el viento son muchas y continuas. En los sitios menos favorables de Toro Negro la caoba se consideró como un fracaso total. Un buen número de árboles puede que se desarrollen en los cafetales de este área, sin embargo la situación en su totalidad no es alentadora.

No se considera que la condición pobre de los árboles se deba principalmente al taladrador del tallo. Los ratones troncharon muchos árboles.

No debe repetirse el error de crear plantíos puros. Un proceso más seguro parece ser el introducir grupos de caobas en el bosque natural o en rodales creados artificialmente en los sitios más adecuados.

Swietenia mahagoni Jacq., caoba dominicana

La caoba dominicana se plantó en grandes superficies en el sur y en el lado nordeste de las Montañas de Luquillo, aunque se encuentra en menores cantidades en otros sitios de estas montañas. Su pobre demostración fué aparente muy pronto después de la plantación. La supervivencia fué de regular a baja. Las plantaciones en el lado sur desarrollaron muy bien en arcilla lómica (Panduras), bien avenada, pero está siendo eliminada por el capá blanco, más vigoroso y de crecimiento más rápido, con el cual está mezclada. Los ataques del tizón de la hoja son frecuentes. Como es de crecimiento más lento está a merced de los bejucos durante un largo período. Los rodales han sido replantados con especies más promisorias, que están eliminando a la caoba.

En Luquillo, muy pocos rodales de esta especie han tenido éxito, por lo tanto ninguno de los cuarteles de ensayo medidos contenían muchos árboles buenos. Los siguientes datos han sido calculados de los "estudios de sitios".

Tabla 28.— Crecimiento promedio de caoba dominicana

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades diferentes | D.A.P. | | Altura | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Promedio | Máximo | Promedio | Máxima |
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Cerro | 8 | 4 | 2.4 | 3.4 | 12 | 18 |
| Ladera | 8 | 5 | 1.5 | 2.2 | 18 | 9 |
| Valle | 8 | 3 | 1.8 | 2.5 | 12 | 16 |

No se nota mucha diferencia entre los diferentes sitios. El crecimiento en diámetro es bueno pero el incremento en altura es pobre. Los árboles no medran, son de copa aparasolada y de 15 pies o menos de altura al cabo de 8 años. El ataque del taladrador de los brotes fué muy severo. En los mejores sitios los conteos mostraron que del 10 al 30 por ciento eran árboles bien formados, que probablemente constituirán la cosecha futura.

Un rodal en el lado noroeste de las Montañas de Luquillo, que fué plantado en 1929 muestra evidencia de lo que es de esperarse bajo condiciones similares. La plantación se midió en 1944. El sitio es una arcilla pesada, pedregosa y degradada (Catalina) sobre una topografía quebrada a cerca de 500 pies de elevación. La altura promedio de los árboles es de cerca de 18 pies y los más altos tienen 25 pies. Los árboles son de copa aplastada y achaparrados, de porte pobre y severamente atacados por el taladrador de los brotes y por un tizón de la hoja.

La caoba dominicana no se adapta a las áreas de elevada precipitación de Luquillo y de las Montañas Centrales. Debe limitarse a los sectores más secos de la isla donde crece bien.

Tabebuia pallida Miers, roble

El roble forma rodales puros o casi puros, invadiendo los pastizales y suelos degradados. Es un árbol de porte pequeño a mediano. Por lo general no produce madera aserrable pero sí usos especiales en grande demanda en la zona rural.

Sus hábitos de diseminación y adaptabilidad a los sitios más adversos la cualifica como una especie muy agresiva e invasora. Sobrevive bien en sitios húmedos y encharcados.

Los brinzales prenden con éxito y se encuentran en buenas cantidades facilitando grandemente el establecimiento de las plantaciones.

La mayoría de las plantaciones son jóvenes, por lo cual sólo se midió un rodal. Los siguientes datos se obtuvieron de un rodal que crece sobre un cerro erosionado, de arcilla pesada (Los Guineos) en el lado noroeste de las Montañas de Luquillo a 1,200 pies de elevación. La edad se calculó en 5 años.

Tabla 29.— Rodal de roble en un cuartel de ensayo - cerro

| D.A.P. | Forma de los árboles y número de árboles por acre |
|---|---|
| | Buena |
| Pulgadas | Rodal puro, de 5 años |
| 1 | 16 |
| 2 | 32 |
| 3 | 76 |
| 4 | 36 |
| Total | 160 |

La altura promedio fué de 8 pies; los árboles más altos tenían cerca de 16 pies. El diámetro promedio fué de 1.9 pulgadas y todos los árboles se catalogaron como buenos.

El crecimiento promedio calculado para cinco localidades diferentes, todas en cerros, cerca de este sitio es como sigue:

Tabla 30.--Crecimiento promedio del roble

| Sitio | Edad Promedio | Número de localidades diferentes | D.A.P. Promedio | D.A.P. Máximo | Altura Promedio | Altura Máxima |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Cerro | 5 | 5 | .28 | .41 | 1.6 | 2.0 |

Otro rodal situado sobre una arcilla pesada y erosionada tenía de 12 á 15 pies de altura con diámetros promedio y máximo de 1.5 y 2.6 respectivamente, a la edad de 4 á 5 años. Por el momento no es preciso hacer aclareos. En los rodales naturales más viejos el aclareo usualmente proporciona espeques y postes para la venta.

El daño de insectos y enfermedades, si es que sufre alguno, no es importante. A elevaciones inferiores y donde están sujetos a situaciones artificiales y desfavorables, a lo largo de carreteras y en los patios, los árboles pueden ser atacados severamente por una enfermedad fungoide, "escoba de bruja". En Luquillo esta condición se ha notado pero no parece grave. Es común un taladrador del cogollo pero su ataque es de poca monta.

Tectona grandis L., teca

Los plantíos de esta especie son muy pequeños y dispersos. No fué posible dominar los bejucos tan bien como es necesario para obtener el mejor crecimiento. Por lo general la supervivencia fué muy baja.

Uno de los rodales que tuvieron éxito está ubicado a lo largo de un pequeño arroyo, sobre suelo aluvial pedregoso, bien drenado, a 500 pies de elevación. La plantación tiene 5 años de edad con diámetros promedio y máximo de 4 y 8 pulgadas respectivamente. El promedio en altura es de 40 pies y el máximo de 45 pies. El rodal prospera y los árboles dominantes tienen buen porte. Los árboles más pequeños son ramosos. El

rodal es cerrado y la teca está mezclada con capá prieto, maría y caoba dominicana. La teca se ve dominar claramente.

En una ladera inclinada y somera (Múcara) en el noroeste de Luquillo a 1,000 pies de elevación la supervivencia es muy elevada al cabo de 6 años. El 73 por ciento de los árboles son de porte satisfactorio. El diámetro promedio era de 3 pulgadas y la altura de 25 pies.

Tabla 31.--Rodal de teca en cuartel de ensayo - ladera

| D.A.P. | Forma de los árboles y número de árboles por acre | | |
|---|---|---|---|
| | Buena | Mala | Total |
| Pulgadas | Rodal mixto, de 6 años | | |
| 1 | 4 | 28 | 32 |
| 2 | 16 | 54 | 70 |
| 3 | 236 | 12 | 248 |
| 4 | 32 | - | 32 |
| Total | 288 | 94 | 382 |

Contiguo a este rodal, pero en valles y laderas inferiores, los árboles alcanzan diámetros hasta de 4.5 y alturas hasta de 45 pies.

El crecimiento en este cuartel ha sido más lento porque el suelo es somero. La teca era por lo menos 3 pies más alta que el capá blanco, con el cual estaba mezclada. Los sitios de suelo Múcara en la parte oeste de Luquillo probablemente son adecuados a la teca ya que la precipitación no excede de 80 pulgadas y los suelos están bien drenados. Sin embargo, los sitios que son lo suficientemente buenos para el cultivo de la teca tienen gran demanda para la agricultura.

Hasta la fecha no se ha notado ataque de insectos o enfermedades. La teca ha probado ser una especie muy rústica.

En 1938 y 1939 se plantaron en Toro Negro cerca de 1,500 semillones a una elevación de cerca de 3,000 pies, sobre un suelo arcilloso pesado. Los pocos árboles que sobrevivieron no eran mucho más altos de lo que eran cuando se plantaron. La teca pertenece a un tipo de bosque

menos mesofítico, a elevaciones inferiores. No deberán hacerse más ensayos de plantación en Toro Negro.

Triplaris americana L.

Esta especie sudamericana fué introducida durante los últimos 10 o 15 años, por lo cual aún no hay árboles grandes. Rápidamente se está haciendo popular como ornamental por su rápido crecimiento y su porte erecto y decorativo y sus flores vistosas rojas rosadas.

Un grupo de 19 árboles de 6 á 7 años de edad en un suelo aluvial bien drenado a cerca de 500 pies de elevación tiene un diámetro promedio de 4.6 pulgadas y una altura de 15 á 22 pies. El diámetro de los árboles variaba entre 2 y 7 pulgadas. Han sido bien tratados y mantenidos libres de bejucos. El repoblado incipiente natural alrededor de los portagranos es abundante a pesar de los muchos bejucos.

Este árbol ha sido considerado con posibilidades como árbol de plantación, porque tiene buen porte, crece rápidamente y prefiere los claros en rodales casi puros. Los datos preliminares de otras unidades forestales indican que su supervivencia ha sido baja y que un elevado porcentaje de los árboles se tornan endebles en sitios pobres.

Vitex divaricata Sw., higuerillo

El higuerillo está ampliamente distribuído en los bosques húmedos desde la costa hasta las elevaciones superiores. Se encuentra por lo general escasamente a elevaciones más bajas, pero en las Montañas Centrales es más común. Los árboles dispersos persisten mucho después que el bosque ha sido aclarado. Los especímenes grandes se encuentran aislados en claros y pastizales. Durante el 1938 se plantó el higuerillo en pequeñas cantidades en el lado noroeste de las Montañas de Luquillo de 500 á 1,000 pies de elevación. Se ha plantado mucho más extensivamente en Toro Negro.

La supervivencia ha sido buena. Es capaz de competir con los bejucos y ha sido plantado a campo raso en suelos arcillosos degradados. En tales sitios su crecimiento ha sido algo lento.

El higuerillo es especie de luz, la cual necesita plenamente por arriba. Prospera cuando se planta en claros grandes del bosque. Si se mezcla íntimamente con especies de más rápido crecimiento probablemente se vea eliminada. La sombra lateral le ayuda a mejorar el porte. Los árboles ramifican un poco aunque no tanto como el capá blanco. La poda debe mejorar la forma de este árbol.

El higuerillo no ha dado muy buen resultado en la División de Luquillo. Está creciendo lentamente y aunque crece relativamente bien en suelos erosionados, éstos pueden ser mejor utilizados por el roble.

Debido a que los árboles estaban dispersos no se midieron cuarteles de ensayo. La siguiente tabla indica el crecimiento promedio de los "estudios de sitios" en la División de Luquillo:

Tabla 32.—Crecimiento promedio del higuerillo

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades diferentes | D.A.P. Promedio | D.A.P. Máximo | Altura Promedio | Altura Máxima |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Cerro | 5 | 1 | 1.0 | 1.5 | 10 | 12 |
| Ladera | 5 | 1 | 1.5 | 3.7 | 12 | 15 |
| | 6 | 3 | 1.2 | - | 11 | - |
| | 8 | 2 | 1.6 | 2.5 | 19 | 24 |

Casi ningún rodal ha llegado a 25 pies de altura, a pesar de que los árboles ya tenían 8 años de edad. El higuerillo ha crecido más lentamente que el capá blanco allí donde se han plantado juntos.

En Toro Negro, excepto en el Lago Guineo y en los mejores sitios, el crecimiento del higuerillo ha sido lento. Un gran porcentaje de los árboles tienen una forma pobre. La supervivencia ha sido buena, considerando lo pobre que son los sitios. Un rodal de 9 años, abierto y creciendo sobre una ladera degradada a cerca de 3,000 pies sobre arcilla pesada (Los Guineos) tiene diámetros promedio y máximo de 2 y 3.6 pulgadas respectivamente y alturas promedio y máxima de 12 y 20 pies. Cuando se subplantan bajo palmas de sierra en la misma localidad anterior los árboles tienen a los cuatro o cinco años de 1/2 á 1 pulgada de diámetro y de 5 á 8 pies de altura, son lozanos y de buena forma.

Los mejores rodales se encuentran en las laderas inferiores en una arcilla lómica suelta (Alonso) donde los árboles cuatro años después de plantados tenían de 1 á 2 pulgadas de diámetro y de 8 á 12 pies de altura.

La tabla siguiente muestra el crecimiento promedio según los "estudios de sitios" en Toro Negro.

Tabla 33.— Crecimiento promedio de higuerillo

| Sitio | Edad promedio | Número de localidades diferentes | D.A.P. Promedio | D.A.P. Máximo | Altura Promedio | Altura Máxima |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Años | | Pulgadas | Pulgadas | Pies | Pies |
| Ladera | 5 | 7 | 1.2 | 1.9 | 8 | 11 |
| Valle | 4 | 1 | 1.0 | 2.0 | 8 | 12 |

Higuerillo ha probado que puede crecer bien cuando se planta en los bosques a elevaciones superiores entre los rodales naturales de Micropholis y especies similares. Medra bien cuando se subplanta bajo palmas de sierra si el rodal admite luz suficiente.

No tiene plagas de insectos ni enfermedades serias pero en algunas localidades el follaje se ve atacado severamente por un enrollador de la hoja. Un gorgojo que ocasiona protuberancias y áreas cloróticas en el follaje es común cuando los semillones crecen a la sombra.

Vitex sp.

Una especie introducida, del género Vitex, cuya descripción es muy parecida a la de Vitex parviflora de las Filipinas fué plantada a cerca de 1,200 pies de elevación en el lado noroeste de las Montañas de Luquillo en 1938. Según los registros su introducción en la isla data de principios del decenio 1920-30.

Esta especie produce mucha semilla y cerca de los árboles padres se encuentra gran cantidad de repoblado incipiente. El crecimiento ha sido rápido aún en las arcillas pesadas y desgastadas. Los árboles de 8 años de edad tienen de 3 á 4 pulgadas de diámetro y de 15 á 20 pies de alto en los sitios degradados, abiertos, a 1,200 pies de elevación. La supervivencia fué alta. En algunas partes de la plantación los árboles se ve que no prosperan y están severamente atacados por queresas.

Esta especie no tolera la sombra y cuando ha crecido a campo raso produce una copa ancha similar al capá blanco. Tiene posibilidades como ornamental pues produce grandes panículas color lavándula y mucha fruta parecida a la uva.

## CONCLUSIONES

En la sección previa se presentaron en considerables detalles las experiencias logradas en este estudio. Para poder apreciar su significado deben analizarse esas experiencias en términos de lo que debe hacerse en el futuro. Primero ha de clasificarse el área plantada de acuerdo con su etapa de desarrollo y grado de éxito; en segundo lugar han de catalogarse las especies según los porcentajes respectivos de supervivencia hasta la fecha; en tercer lugar han de catalogarse las especies según se adapten a cada tipo de sitio; en cuarto lugar han de discutirse los factores responsables de las pérdidas habidas y en quinto lugar se ha de considerar el papel que desempeñará el sistema de repoblación en este bosque de acuerdo con las experiencias logradas en este estudio.

### Condición General de las Plantaciones

Ciertas plantaciones están mal provistas, lo cual implica la necesidad de llenar huecos y de cuidar los árboles ya establecidos. Otras plantaciones, donde sólo restan pocos de los árboles plantados, han sido invadidas por árboles de especies inferiores y por lo tanto requieren diferentes tratamientos. Con fines de calcular el trabajo que se necesita desarrollar se hizo la siguiente clasificación:

1. Plantaciones bien provistas.- Plantaciones en las que los árboles plantados, de buena forma y crecimiento satisfactorio o tales árboles junto con el repoblado natural de las especies mejores, constituyen o pueden constituir, si se liberan, un rodal dominante con existencias desde el 80 por ciento hasta la provisión plena.

2. Plantaciones mal provistas.- Todas las plantaciones que no han sido incluídas en la clase anterior.

    a. Forestadas.- Los árboles satisfactorios, ya sean plantados o naturales, forman una parte menor del rodal compuesto principalmente de árboles pobres que proveen un dosel completo bajo el cual existe un ambiente forestal umbroso.

    b. Abiertos.- Los árboles satisfactorios ya sean plantados o naturales, no forman un rodal cerrado y por lo tanto están en un sitio en que el suelo recibe poca sombra y existe una cubierta herbácea prominente.

Estas clases están representadas en la siguiente tabla:

Tabla 34.—Condición del área en plantaciones

| Plantaciones | Bien provistas | Mal provistas | | Total |
|---|---|---|---|---|
| | | Forestadas | Abiertas | |
| | Acres | Acres | Acres | Acres |
| División de Luquillo | 2,419 | 988 | 519 | 3,926 |
| División de Toro Negro | 1,069 | 343 | 444 | 1,856 |
| Total | 3,488 | 1,331 | 963 | 5,782 |

Según puede deducirse de la Tabla 34 el 60 por ciento del área cubierta de plantaciones se considera como bien provista. De ese total 2,049 acres o sea el 59 por ciento están compuestas primordialmente de árboles plantados y 1,439 acres están compuestos parcialmente de regeneración natural satisfactoria que ha invadido las plantaciones.

Solo cerca del 51 por ciento de este área está hoy día dominada por un rodal satisfactorio de árboles plantados a pesar del hecho de que se usó un promedio de 2,000 semillas y semillones por acre en plantar y replantar.

## Supervivencia por Especies

La supervivencia obtenida hasta la fecha aparece en la Tabla 35, tomando en consideración todas las plantaciones y sitios.

Tabla 35.-Supervivencia de los árboles en el Bosque Nacional Caribe

| Supervivencia alta 50-100% | Supervivencia media 25-50% | Supervivencia baja 0-25% |
|---|---|---|
| Ausubo | Albizzia lebbeck | Algarrobo |
| Capá blanco | Fresno del Hawaii | Casuarina |
| Eucalyptus resinifera | Caoba hondureña | Ceiba |
| Eucalyptus robusta | Capá prieto | Dalbergia |

Tabla 35.-(Cont.)

| Supervivencia alta 50-100% | Supervivencia media 25-50% | Supervivencia baja 0-25% |
|---|---|---|
| Guaruaguao | Cassia de Siam | Caoba dominicana |
| Guayabota ★ | Higuerillo | Eucalyptus citriodora |
| Jácana ★ | Pomarrosa | Maricao |
| Maga | | Moca |
| María ★ | | Cedro (C. mexicana) |
| Nuez moscada ★ | | Tabonuco |
| Pomarrosa ★ | | Teca |
| Roble | | Tortugo amarillo |

★ Siembra directa

## Adaptabilidad de las Especies a los Diferentes Sitios

Una recapitulación de las experiencias de acuerdo con los sitios hace posible catalogar las especies según su éxito relativo hasta la fecha, según aparece en la tabulación que sigue. Las especies enumeradas como "prometedoras" parecen adaptarse a la plantación en el sitio en cuestión y aparentemente rendirán los mejores productos posibles de ese sitio. Las especies catalogadas como "dudosas" muestran menor capacidad para formar las plantaciones deseables ya sea porque su adaptación está en duda o porque tengan mala forma, crecimiento más lento o rindan productos inferiores a otras especies más prometedoras. Las especies catalogadas como "sin éxito" no sobrevivieron después de extensivas pruebas ya sea porque no se adaptan al sitio o son susceptibles a los ataques de insectos, enfermedades o ratones o si han sobrevivido ha sido produciendo árboles de tan mala forma o cualidad que es de esperarse rindan sólo leña.

### División de Luquillo

1. Laderas cóncavas inferiores y valles

| Prometedoras | Dudosas | Sin éxito |
|---|---|---|
| Ausubo | Albizzia lebbeck | Ceiba |
| Caoba hondureña | Algarrobo | Dalbergia |
| Capá prieto | Capá blanco | Moca |
| Jácana | Casuarina | Cedro (C. mexicana) |
| Nuez moscada | Eucalyptus spp. | Caoba dominicana |
| | Guaraguao | Cassia de Siam |
| | Higuerillo | |

| Prometedoras | Dudosas | Sin éxito |
|---|---|---|
| | Maga | |
| | María | |
| | Maricao | |
| | Roble | |
| | Teca | |

2. Laderas uniformes

| Prometedoras | Dudosas | Sin éxito |
|---|---|---|
| Ausubo | Albizzia lebbeck | Caoba dominicana |
| Capá blanco | Algarrobo | Caoba hondureña |
| Capá prieto | Cassia de Siam | Ceiba |
| Jácana | Casuarina | Dalberghia |
| María | Guaraguao | Maga |
| Maricao | Eucalyptus spp. | Moca |
| Nuez moscada | Higuerillo | Cedro (C. mexicana) |
| Roble | Teca | |

3. Laderas superiores convexas y cerros

| Prometedoras | Dudosas | Sin éxito |
|---|---|---|
| María | Maricao | Caoba hondureña |
| Roble | Eucalyptus spp. | Caoba dominicana |
| | | Cedro (C. mexicana) |
| | | Casuarina |
| | | Maga |
| | | Dalberghia |
| | | Teca |

División de Toro Negro

1. Areas fuertemente erosionadas

| Prometedoras | Dudosas | Sin éxito |
|---|---|---|
| Eucalyptus | María | Caoba hondureña |
| Roble | Pomarrosa | Cedro |
| | | Capá prieto |
| | | Guaraguao |
| | | Higuerillo |
| | | Jácana |
| | | Nuez moscada |

2. Areas que no están fuertemente erosionadas

| Prometedoras | Dudosas | Sin éxito |
|---|---|---|
| Ausubo | Capá blanco | Caoba dominicana |
| Capá prieto | María | Caoba hondureña |
| Guaraguao | Roble | Cedro |
| Higuerillo | | Teca |
| Jácana | | Tortugo amarillo |
| Maga | | |
| Nuez moscada | | |
| Tabonuco | | |

Factores Responsables de las Pérdidas

Las fuertes pérdidas que se produjeron son el resultado de la incapacidad de los árboles de soportar las condiciones ambientales, ya sean debidas al sitio o al tratamiento. El hecho de que un porcentaje tan grande de los árboles haya sido sometido a ambientes desfavorables indica una falta de conocimiento del complejo de fuerzas ecológicas en juego, situación común con que se tropieza cuando los programas de repoblación forestal se hacen a la carrera, sin una base adecuada de investigación.

Al presente los factores más importantes responsables de las pérdidas parecen ser los siguientes:

1. El trabajo, llevado a cabo como un proyecto sufragado con fondos de emergencia, se comenzó en gran escala sin tener un precedente en cuanto a técnicas de vivero y plantación.

2. A menudo se plantaban árboles en sitios adversos, a los que no se adaptaban las especies.

3. Para muchas fases del trabajo había que usar personal sin entrenar y a menudo se usaban cuadrillas grandes indebidamente supervisadas.

4. El problema de los bejucos y trepadoras fué más serio de lo que se creyó.

5. La gran variabilidad en la precipitación anual, con períodos cortos e inesperados de sequía contribuyó a aumentar la mortalidad de los arbolitos.

Un factor adicional que hacía difícil el cuidado de las plantaciones era la imposibilidad de asegurar con anterioridad los fondos suficientes para proveer la atención frecuente que se necesita para cuidar la plantación como es debido, hasta que pueda dominar a la demás vegetación. El plantar los árboles ha probado ser solamente el principio, que virtualmente obliga la provisión de fondos adicionales, para un subsiguiente

mantenimiento en estado satisfactorio. Esta dificultad es inherente a todas las asignaciones públicas que se hacen anualmente y probablemente siempre nos confrontaremos con ella.

Cuando se inició este trabajo ya había un precedente de 20 años de estudio de técnicas de vivero, sin observaciones y estudios de plantaciones. La lección sobresaliente no trata tanto de los detalles de los tratamientos que fracasaron o que tuvieron éxito sino más bien la importante lección de que la Naturaleza en los trópicos es muy compleja y que cualquier plan para reglamentarla debe efectuarse en pequeña escala experimental por algún tiempo antes de adentrarse en un programa en gran escala. En este caso la preponderancia de la Naturaleza aparece señalada por un gran número de árboles seleccionado por ella y no por nosotros y que hemos tenido que aceptar como parte de las plantaciones actuales.

Los trabajos iniciales en otros países tropicales han tenido resultados similares. En Trinidad, uno de los países más adelantados en lo que se refiere a dasonomía, Brocks (3a) nos dice:

> " Obviamente la falta sobresaliente del trabajo en estos años iniciales está en que no se atacaron los problemas de regeneración desde el punto de vista ecológico. Se trató de forzar una cosecha artificial de dos o tres especies en un área talada en que previamente crecía una cosecha muy mixta y compleja, sin un conocimiento adecuado de como el interferir tan drásticamente con las condiciones naturales afectaría el clima y suelo locales. En el segundo y tercer año después de efectuada la plantación fué necesario llenar los huecos extensivamente, junto con cuidados constantes y costosos; el crecimiento del vuelo fué extremadamente lento y el dosel estuvo varios años sin formarse. La formación del vuelo fué una lucha prolongada y como es natural los gastos fueron extremadamente elevados."

Beard (3) llega a conclusiones similares de los estudios practicados en el Bosque McNair Ravine Sable en Trinidad:

> " En los sitios realmente degradados las condiciones ecológicas se han tornado tan adversas y tan fuera de balance que el utilizar los métodos artificiales sería pedir lo imposible ya que requiere del material sembrado una tolerancia que no puede esperarse que posea. En estas circunstancias no hay certeza en cuanto a la regeneración artificial. Es invariablemente muy costosa y si fracasa, el resultado final puede que sea aún peor que el inicial, debido a la interferencia adicional que esos cuidados conllevan. El tiempo extra que requieren los métodos naturales no es de grandes consecuencias en la dasonomía, donde los turnos de explotación alcanzan 60, 80, 100 y aún más años y de todos modos, la experiencia demostró que este retraso no es, de ninguna manera, tan grande como se cree generalmente. En casi todas las naciones (y Trinidad no es ninguna excepción)

en que ha sido practicada, la dasonomía tropical ha sufrido en sus comienzos la enfermedad que ha sido llamada "fiebre de siembra", la idea fija de que es necesario empezar formando plantaciones con gran rapidez por todo el área dada, a menudo sin estar precedidas por ninguna investigación preliminar. Después de haber desperdiciado mucho dinero se ha revisado el programa en favor de métodos menos costosos y más naturales basados en experimentación cuidadosa".

## Papel que Desempeñará la Repoblación Forestal en el Bosque Nacional Caribe

Las dificultades en establecer un bosque deseable por medios artificiales, según se describe aquí, pueden posiblemente reducirse realizando mayores investigaciones. No obstante, se cree que la regeneración artificial llegará a no ser "penosa". Pero sería deseable explorar concienzudamente las posibilidades de la regeneración natural. La experiencia hasta la fecha indica que el repoblado natural de las especies que son primeras ocupantes alcanzan a dominar en áreas abiertas, con más rapidez que los árboles plantados de la mayoría de las especies que han sido tratadas. Por lo tanto, para estar justificada, la plantación debe producir bosques de calidad superior evidente. Donde ésto no sea probable, debe aplazarse la plantación, por lo menos hasta que se conozca más a fondo el problema.

La Naturaleza restablece las tierras que han sido deforestadas y roturadas en demasía, estableciendo en primer lugar los árboles primeros ocupantes. Estos generalmente desaparecen en los primeros años, siendo reemplazados por árboles más exigentes que entonces pueden dominar en el suelo restablecido. Los resultados en Puerto Rico indican que en tierras agrícolas abandonadas debemos seleccionar sabiamente como primeras ocupantes las especies rústicas tales como roble y maría para constituir el primer turno en el aprovechamiento. Puede que la primera cosecha no dé un alto rendimiento en madera pero será muy efectiva en la reconstitución del suelo para la segunda cosecha que posiblemente incluya especies de árboles más productivos pero que no sobrevivirían si se plantan para formar el primer turno.

Si la plantación continúa siendo costosa, aún después de investigaciones subsiguientes, los esfuerzos deben encaminarse hacia la producción de rodales de edades múltiples que se reproducen por sí solos. Puede lograrse este tipo de rodal por medio de cortas parciales y subplantación en los claros donde es necesaria, para establecer las mejores especies. La subplantación debe requerir menos cuidado que la plantación a campo raso. Es de presumir que la subplantación no sería necesaria después de la primera rotación. Una limitación de este plan es que probablemente no se adapte a las especies que no toleran la sombra. Las figuras 4 y 6 que aparecen en las páginas 124 y 143 muestran respectivamente las subplantaciones y plantaciones complementarias a la reproducción natural.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que sugiere este estudio tratan sobre (1) la ordenación de las plantaciones existentes (2) futuras normas a seguir en la plantación y (3) investigación necesaria.

### Ordenación de las Plantaciones Existentes

1. Los 3,488 acres cubiertos de plantaciones bien provistas no requieren replantación adicional, pero una pequeña parte del área debe aún recibir algunos cuidados en lo que se refiere a corta de bejucos. Un área cada vez mayor debe liberarse de la competencia de árboles naturales de especies inferiores.

2. Una gran parte de los 2,294 acres de plantaciones mal provistas necesitan ser replantadas tarde o temprano. De éste area, 1,331 acres deben subplantarse. En las áreas abiertas que se están reforestando naturalmente y con rapidez, la replantación debe aguardar hasta que se forme un dosel cerrado y debe hacerse por medio de la subplantación.

3. En los cuidados de las plantaciones y en la replantación, la presencia de árboles de especies "sin éxito" no debe tomarse en cuenta y aquellos designados como "dudosos" deben ser considerados solamente cuando se encuentren en cantidad adecuada para formar un rodal si eventualmente tienen éxito.

4. El desyerbo en plantaciones sin sombra debe hacerse sólo hasta que los árboles plantados sean aproximadamente dos pies más altos que la vegetación que les rodea. Esto generalmente no requiere más de dos años en sitios abiertos y puede que nunca sea necesario allí donde los árboles se plantaron bajo sombra. Se precisan de 2 á 4 desyerbos cada año, dependiendo de la exuberancia de bejucos. En los desyerbos solamente debe removerse el suelo durante el primer año si hubiera necesidad de ello. De ordinario las gramíneas y herbáceas deben cortarse hasta una altura de 1 á 2 pulgadas.

5. En plantaciones sin sombra, donde el problema de los bejucos es más grave, deben seguirse cortando éstos hasta que se haya formado un dosel cerrado. Esto puede que requiera atención por 5 años o más.

6. Hasta la fecha no hay indicios de que se necesite podar. Los termes eliminan rápidamente las ramas muertas. El espaciamiento cerrado es más efectivo que la poda como medio de controlar la ramificación excesiva.

7. Aún no se necesitan aclareos en estas plantaciones. Las plantaciones con sombra deben liberarse antes de que los árboles

plantados se deformen o cese su crecimiento. Los árboles que forman el piso superior deben cortarse en vez de caparse.

8. Los bosques y las plantaciones existentes deben aprovecharse por medio de cortas parciales para reducir al mínimo la necesidad de regenerar costosamente los claros.

## Normas para las Plantaciones Futuras

1. La consideración plena de las posibilidades de la regeneración natural debe preceder a cualquier programa de regeneración artificial.

2. Solo deben plantarse las especies designadas como "prometedoras".

3. Debe replantarse tan pronto como se descubran las fallas iniciales, preferiblemente en el mismo año.

4. En la plantación a campo raso el espaciamiento debe ser de corta distancia, entre 5 y 8 pies. Bajo un dosel o cuando se están suplementando árboles naturales puede usarse un espaciamiento más distante ó más irregular, desde 10 hasta 25 pies.

5. Deben usarse brinzales silvestres siempre que estén disponibles.

6. La subplantación en gran escala no debe efectuarse hasta que no se cuente con más información.

## Investigación Necesaria

1. Continuar las investigaciones sobre métodos de producción de arbolitos en viveros, otros métodos de establecer plantaciones y adaptabilidad de otras especies forestales.

2. Continuar los ensayos con el yerbicida 2-4,D para la erradicación de bejucos.

3. Continuar los estudios de subplantación para determinar las especies, el espaciamiento, el grado de sombra o luz deseables y el cuidado necesario.

4. Establecer cuarteles de ensayo de crecimiento en las plantaciones más adelantadas para determinar el crecimiento gradual, lo cual servirá de guía para hacer los aclareos.

5. Desarrollar planes satisfactorios para el uso de cultivos agrícolas intercalados como substitutos del desyerbo.

RESUMEN

Puerto Rico tiene sólo aproximadamente un acre de tierra por persona. La isla es primordialmente agrícola pero menos de la mitad de su superficie sirve para el cultivo agrícola permanente. Aunque debe dedicarse a la agricultura un área máxima, el cultivo forestal es el uso óptimo en gran parte de la isla.

La condición y extensión de los bosques es de tal naturaleza que la madera disponible no es adecuada para suplir la demanda por madera y productos forestales. El rendimiento de los bosques es de gran importancia para la isla en la producción de leña y de madera para usos agrícolas tales como espeques y para la construcción de viviendas rurales.

La regeneración artificial de las tierras desforestadas situadas dentro de los bosques del gobierno ha sido llevada a cabo por espacio de varios años. En unos 5,800 acres de plantaciones del Bosque Nacional Caribe se ha llevado a cabo un estudio intensivo para obtener información que sirva como guía al trabajo de reforestación e investigación.

El Bosque Nacional Caribe de Puerto Rico consiste de dos Divisiones: Luquillo, que incluye la mayor parte de las Montañas de Luquillo en la parte nordeste de la isla y Toro Negro, situada a mayor elevación en las Montañas Centrales. La División de Luquillo consta de 25,251 acres y la de Toro Negro de 6,248 acres.

Los tipos de vegetación incluyen el bosque pluvial pedemontano, el bosque pluvial montano y el bosque enano, que contienen una gran variedad de especies. La mayoría de las plantaciones está situada dentro de la zona de bosque pluvial pedemontano. En Luquillo los suelos son de tipos variados pero generalmente son pesados. En Toro Negro los suelos son arcillas pesadas.

La repoblación forestal en gran escala se inició en la División de Luquillo en 1934 y en Toro Negro en 1935. Entre enero de 1934 y junio de 1945 se plantaron más de 7 millones de semillones (o sea posturas) y se sembraron cerca de 64,000 libras de semilla en más de 4,000 acres. En estas plantaciones se incluyeron cerca de 30 especies diferentes.

El grave problema de los bejucos en las plantaciones dió como resultado gastos muy elevados incurridos en desyerbos. Recientemente se ha reducido el costo del desyerbo por el uso de especies rústicas que requieren menos cuidados.

Del sitio, según lo determina la topografía y el grado de erosión, dependía en alto grado el éxito del trabajo. La mayoría de las especies valiosas de maderas duras requieren para un buen desarrollo inicial las condiciones forestales favorables que existen bajo un bosque de abrigo. En la División de Luquillo pueden diferenciarse tres sitios (1) cerros, (2) laderas uniformes y (3) laderas inferiores o valles. En Toro Negro

la influencia primordial la ejerce el grado de deterioro del suelo y pueden diferenciarse dos sitios (1) suelos severamente degradados y (2) suelos levemente degradados. En las páginas 202 á 204 aparecen las especies que se adaptan a cada sitio.

Por lo general la supervivencia fué baja pero como la reproducción natural ha ayudado a la repoblación artificial, el 60 por ciento del área total es considerada como bien provista. El resto era área mal provista de la cual el 24 por ciento está forestada y el 17 por ciento estaba aún abierta.

El costo de establecer y cuidar la plantación es elevado debido a la necesidad de replantar intensamente y al largo período que necesitan estar las plantaciones exentas de la competencia de bejucos y trepadoras. Los costos elevados, la supervivencia baja y el largo espacio de tiempo que se tomó en la replantación y desyerbo fueron el resultado de emprender indebidamente la reforestación. Los siguientes factores fueron en gran parte responsables de esa situación.

1. Se emprendió un programa de plantación en gran escala en un período de tiempo relativamente corto.

2. Los sitios eran adversos y muy variables, incluyendo suelos degradados además de la intensa competencia de bejucos y trepadoras.

3. La falta de datos de investigación y experiencia en el establecimiento de plantaciones de maderas duras tropicales.

Se discuten en detalle 38 especies diferentes que han sido usadas en reforestación. Las recomendaciones aportadas a raíz del estudio tratan de (1) la ordenación de las plantaciones existentes, (2) normas de plantar en el futuro y (3) la investigación necesaria. El trabajo ofrece una descripción detallada de cada tópico.

Aquí se discute el papel que desempeña la repoblación forestal en el Bosque Nacional Caribe, a raíz de las experiencias observadas en este estudio.


## RESUME

Dans l'Île de Puerto Rico il y a environ une acre de terre par habitant. L'Île est primordialement agricole mais seulement moins de la moitié de sa surface sert pour l'agriculture permanente. Il est vrai qu'une superficie maxima doit être dédiée aux industries agricoles mais l'utilisation optimale dans beaucoup des terrains est la production forestière.

La condition et extension des forêts n'est suffisante pour remplir la demande en bois et produits forestiers. Le rendement des forêts est très important pour l'Île dans la production de bois de chauffage et

diversos articles employés dans les fermes, tels que poteaux des clôtures et bois de construction pour la zone rurale.

La régénération artificielle des terres dénudées dans les forêts publiques avait été commencée depuis plusieurs années. Cet article contient l'étude détaillée des plantations faites dans 5,800 acres de la Forêt Nationale Caraïbe à Puerto Rico, pour obtenir l'information à prendre comme guide dans les travaux de reforestation et d'investigation de l'avenir.

La Forêt Nationale Caraïbe de Puerto Rico se compose de deux Divisions: (1) Luquillo, qui renferme la majeure partie des Montagnes de Luquillo dans le nord-est de l'île et (2) Toro Negro située dans les Montagnes Centraux à une altitude plus élevée que Luquillo. La Division de Luquillo comprend 25,251 acres et celle de Toro Negro 6,248 acres.

Les types forestiers qu'on trouve dans la Forêt Nationale Caraïbe sont: la forêt hygrophytique inférieure, la forêt hygrophytique proprement dite et la forêt rabougrie des sommets. Les essences qui s'y trouvent sont très variées. La plus grande partie des plantations se trouve dans la zone de forêt hygrophytique inférieure. A Luquillo les sols sont de divers types, mais généralement lourds. A Toro Negro les sols sont des argiles lourdes.

La régénération forestière à longue échéance fut commencée dans la Division de Luquillo en 1934 et dans celle de Toro Negro en 1935. Dans le temps compris entre janvier 1934 et juin 1945 la régénération avait été faite sur plus de 4,000 acres avec plus de 7 millions de plants de pipinière et environ 64,000 livres de semis. Dans ces plantations presque trente essences différentes furent employées.

Le problème de la libération des jeunes arbres de l'entrave sérieuse des mauvaises herbes et lianes avait occasionné des dépenses très élevées dans les operations de dégagement. Plus récemment les depenses ont été reduites en employant des essences moins exigeantes qui ne demandent pas tant de soins.

Le succès depend en haut degré du milieu, determiné par la topographie et l'erosion dans le passé. La majeure partie des essences à bois dur et "précieuses" réclament, pour développer bien pendant leurs premières années, l'ambiance forestière favorable régnant sous une forêt d'abri. Dans la Division de Luquillo on peut différencier trois milieux: (1) pentes rapides (2) pentes uniformes et (3) pentes inférieures et vallées. A Toro Negro l'influence principale l'exerce le degré d'appauvrissement du sol qu'on peut classifier:(1) sols sérieusement dégradés et (2) sols légèrement dégradés. Aux pages 139 à 140 du texte en anglais apparaissent les essences selon leur adaptabilité aux divers milieux.

Par règle générale la survivance était basse mais comme la reproduction naturelle avait aidée les peuplements artificiels le 60 pour cent de la superficie totale est considerée comme bien peuplée. Le reste est surface mal peuplée duquelle 24 pour cent est boisée et 17 pour cent est très ouverte.

Le prix d'établir et soigner les plantations est très élevé dû aux besoins de replanter intensivement et dû aussi au besoin de dégagements qui se fait sentir dans les jeunes plantations. Les prix élevés, la survivance basse et la période assez longue dans laquelle il faut replanter et dégager est le résultat d'entreprendre la reforestation sans éffectuer les recherches nécessaires. Les facteurs suivants sont largement responsables:

1. Un vaste programme de plantations à longue écheance fut accompli dans une période relativement courte.

2. Les milieux étaient adverses et trop variables, y inclus sols dégradés et la compétence intense des lianes et d'autre végétation adventice.

3. Le manque des données d'investigation et recherches sur l'établisement de plantations d'essences de bois dur dans les tropiques.

Dans cet article l'auteur expose en détail les résultats obtenus avec les 38 essences employées dans la reforestation. Les recommendations aportées après avoir entrepris l'étude sont: (1) l'aménagement des plantations éxistantes (2) méthodes et systèmes à adopter dans les plantations futures et (3) recherches nécessaires. Chacune de ces matières-là est exposée en détail dans l'article.

L'auteur montre le rôle qui joue la plantation dans la Forêt Nationale Caraïbe en considération des éxperiences aportées par cette étude et par les travaux postérieurs éffectués dans la forêt.

BIBLIOGRAPHY

(1) Beard, J.S. "Climax Vegetation in Tropical America". Ecology Vol. 25, No. 2 (April 1944).

(2) Beard, J.S. "Montane Vegetation in the Antilles." The Caribbean Forester. Vol. 3, No. 2 (January 1942).

(3) Beard, J. S. "A Silvicultural Technique in Trinidad for the Rehabilitation of Degraded Forests." The Caribbean Forester Vol. 6, No. 1 (October 1944).

(3a) Brooks, R. L. "The Regeneration of Mixed Rain Forests in Trinidad". The Caribbean Forester, Vol. 2, No. 4 (July 1941).

(4) Holdridge, L.R. "A Brief Sketch of the Puerto Rican Flora". Plants and Plant Science in Latin America. Waltham, Mass. 1934.

(5) Marshall, R. C. Silviculture of the Trees of Trinidad and Tobago, British West Indies. London: Oxford University Press, 1939.

(6) Meyerhoff, H. A. Geology of Puerto Rico. Monograph of the University of Puerto Rico, Series B, No. 1, Río Piedras. University of Puerto Rico, 1933.

(7) Murphy, L.S. Forests of Porto Rico; Past, Present and Future, and their Physical and Economic Environment. Bull. No. 354, U.S. Dept. of Agr., Washington, D.C., 1916.

(8) Picó, R. Studies in the Economic Geography of Puerto Rico. Bull. of the University of Puerto Rico, Series 8, No. 1, Río Piedras. University of Puerto Rico, 1937

(9) Roberts, R. C. Soil Survey of Puerto Rico. Series 1936, No. 8 Bureau of Plant Industry, U.S. Dept. of Agr., Washington, D.C., 1942.

(10) Stahelin, R. Thirty-five Years of Planting on the National Forests of Colorado. Bull. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. Fort Collins, Colorado, 1941.

(11) Teesdale, L.V., and Girard, J.W. Wood Utilization in Puerto Rico. Bull. No. TP-21 Forest Service, U.S. Dept. of Agr., 1945.

(12) Troup, R.S. Exotic Forest Trees in the British Empire. Oxford: Clarendon Press, 1932.

(13) Wadsworth, F.H. "Growth in the Lower Montane Rain Forest of Puerto Rico". Paper presented before the Journal Club, Mayaguez, P.R. October 21, 1946.

(14) Wilde, S.A. Forest Soils, Origin, Properties, Relation to Vegetation and Silvicultural Management. Second edition, Revised, Madison, Wisconsin, 1942.

## THE CARIBBEAN FORESTER

El "Caribbean Forester", que se comenzó a publicar en julio de 1938 por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, es una revista trimestral gratuita dedicada a encauzar el mejor aprovechamiento de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Dasonomía y ciencias afines exponiéndoles los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes, y el trabajo realizado hacia la culminación de ese objetivo técnico.

Se solicitan contribuciones de no más de 20 páginas escritas en maquinilla. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible también incluir un resumen corto del estudio efectuado. Los artículos deben dirigirse al "Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, P. R."

---

The Caribbean Forester, published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done toward this end throughout the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico.

---

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Juillet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est un journal trimestrel de distribution gratuite dedié à l'encouragement du ménagement rationnel des forêts de la région caraïbe. Son but est entretenir des relations scientifiques de ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et systèmes mis à jour, avec les travaux faits pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On sollicite des collaborations de pas plus de 20 pages écrites à machine. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur en comprennant son titre ou position professionnel et un résumé de l'étude. Les articles doivent être adressés au "Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico".

UNITED STATES
MEXICO
MEXICO
CUBA
JAMAICA
HAITI
BRITISH HONDURAS
SALVADOR
COSTA RICA
PANAMA
COLOMBIA

serve

# The Caribbean Forester

LIBRARY
U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

U.S DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOL. 9, NO. 3

JULY 1948

CONTENTS

A collection of trees specimens from
western Ecuador ..... 215
Elbert L. Little, Jr.
United States

# A COLLECTION OF TREE SPECIMENS FROM WESTERN ECUADOR

Elbert L. Little, Jr.
U. S. Department of Agriculture, Forest Service
Washington, D. C.

As part of the survey of forest resources of Ecuador in 1943 by the Latin American Forest Resources Project of the United States Forest Service (9, 12a), the author made a collection of herbarium specimens of trees. Because the flora of this region is so poorly known, the list of more than 400 species from western Ecuador seems worthy of record, even though it represents only a small fraction of the total arborescent species. In a separate article (12), the author has proposed 19 new species, several additional species are to be published elsewhere by specialists, and nearly as many others cannot be described because of incomplete material. About 60 more species apparently are new records for Ecuador. One new combination in Poponax, two in Chamaefistula, and one new name in Hamelia are published here.

Previously, some commercial timbers of western Ecuador had not been identified with their scientific names. Field work was handicapped by the lack of a published flora of the country and of comprehensive publications on the trees. Accordingly, though the survey was not a botanical expedition, an effort was made to obtain herbarium specimens of the forest trees as well as authentic wood samples of the commercial timbers.

## Previous Collections and Published Lists

Botanically, Ecuador is one of the least known countries of South America. More attention has been given by botanists to the densely populated Andean plateau and the snow-capped peaks of the Andes and to the isolated Galapagos Islands than to the sparsely inhabited and unhealthful lowland tropics, where most of the important timber species occur. Difficulties in obtaining specimens and the restricted, seasonal flowering are additional reasons for the poor representation of tropical trees in the limited collections from this country.

Diels (7), who visited Ecuador in 1933, published in his contribution a useful historical summary of the botanical collectors in Ecuador and their itineraries. Among the more recent collectors were Ynes Mexia, who visited several provinces in 1934-35 and 1936-37, and Oscar L. Haught in 1940-43. Svenson (25) in 1930 and 1941 studied the vegetation of the dry coast of Ecuador and Peru and the Galapagos Islands. From 1943 to 1945, during the late war, botanists employed by the United States Government made surveys for Cinchona in the temperate mountainous portions. Collections have been made also by Ecuadorian botanists, including M. Acosta Solís and Alfredo Paredes C.

The United States National Herbarium, where most specimens of the present collection were determined, has relatively few tree specimens from Ecuador. The most helpful collection was that made by H. F. A. Eggers in 1891-97 at El Recreo, Manabí, and at Balao and Isla de Puná, Guayas. This herbarium has complete sets of the two Ecuadoran collections made by J. N. Rose in 1918-1919 and A. S. Hitchcock in 1923, and also of the collections of Ynes Mexia and Oscar L. Haught.

The report of the Forest Service survey by Holdridge and others (9, p. 87-92) contains in its selected bibliography publications on the botany and forestry of Ecuador, with lists of Ecuadoran trees but not articles in which new species were published. There is also a selected list of common and scientific names of Ecuadoran trees (9, p. 43-47).

Jameson's (10) unfinished flora of Ecuador recorded trees, though the flora of the tropical parts of the country was poorly represented in that work. The more important economic fruits and fruit trees of Ecuador, both native and introduced, were described by Popenoe (17). In an article on the forests of Ecuador, Rimbach (22) prepared a list of common and scientific names for about 85 species of trees. Much important information on the trees of Ecuador is contained in the general references on American timbers by Record and Mell (21) and by Record and Hess (20). Acosta Solís (1, 2, 3, 4) published lists of woods of Ecuador and particularly of the province of Esmeraldas, but many scientific names were not known. Recently Acosta Solís (5) has published an admittedly incomplete and temporary "Alphabetical Check List of the Principal Forest Species of Ecuador". Apparently, his list of about 350 species was compiled largely from Rimbach's (22) article and from two preliminary, incomplete, unpublished lists of this Forest Service collection. Corrections in some preliminary determinations of this Forest Service collection, as well as many additions, are contained in the present article.

## Forest Service Collection

The Forest Service collection of almost 700 numbers of herbarium specimens (92 with wood samples), consisted chiefly of large trees of the forest canopy, with some small trees and a few large and important shrubs of the understory, several species of cultivated tropical fruit trees, and a few exotic ornamental trees of the Andean plateau. Field work was done from March to July 1943, mostly during the rainy season from December to June, when many trees were sterile and when the collecting and drying of specimens were difficult. It was often necessary to retain incomplete or sterile specimens, some of which have not been determined with certainty, partly because of the small amount of herbarium material from Ecuador available for comparison. Because of limited time and facilities, no attempt was made to collect specimens of a species at more than one locality, unless better material was found, or a different common name used, or additional wood samples taken from individual trees for testing.

Collections were made in nine of the fifteen provinces of central and western Ecuador. A map showing the routes traveled and areas studied

is contained in the survey report (9). Most of the field work was in the provinces of Esmeraldas, Pichincha, Los Ríos, Guayas, and El Oro. A few specimens were obtained also in Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo, and Bolívar. Lack of time prevented a field trip to the Oriente, or eastern part of Ecuador, where the extensive, poorly known Amazonian tropical forests are relatively inaccessible and not likely to be utilized soon.

Localities where the tree specimens were collected are summarized below by provinces listed approximately from north to south, with altitudes, regions or zones of vegetation, dates in 1943, and the author's collector numbers.

Esmeraldas

San Lorenzo, sea level, wet tropical forest and mangrove swamp forest, April 18-23, Nos. 6270-6361. Between San Lorenzo and Borbón, sea level, wet tropical forest, April 24, Nos. 6362-6364. Borbón, sea level, wet tropical forest, April 25-26, May 3, Nos. 6365-6382, 6418-6419. Río Santiago from Borbón to Concepción, Selva Alegre, and Playa de Oro, near sea level, wet tropical forest, April 27-29, Nos. 6383-6395. Playa de Oro, 65 m., wet tropical forest, April 30, May 1, Nos. 6396-6417. La Tola, sea level, wet tropical forest, May 4, Nos. 6420-6423. Esmeraldas, sea level, dry tropical forest, May 6, Nos. 6424-6425. Quinindé, 65 m., wet tropical forest, April 9-15, Nos. 6207-6269. Trail between Quinindé and Santo Domingo de los Colorados, about 65-150 m., wet tropical forest, April 8, Nos. 6200-6206.

Imbabura

Ibarra and vicinity, 2200 m., planted trees in Andean plateau, March 26, Nos. 6133-6140, collected by José Marrero.

Pichincha

Quito, 2800 m., planted trees and paramillo, March 21-25, Nos. 6101-6132. Cayambe, 2800 m., July 23, No. 6997. Volcán Cayambe, 4000 m., paramillo, July 23, No. 6839. Santo Domingo de los Colorados, 560 m., wet tropical forest, April 2-4, Nos. 6141-6172. Trail between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, about 150-560 m., wet tropical forest, April 5-7, Nos. 6173-6199.

Cotopaxi

Cotopaxi, 3600 m., paramillo, June 26, Nos. 6730-6732, collected by José Marrero. Macuchi, 1800-2100 m., wet temperate (mountain) forest, June 1-2, Nos. 6539-6553. Road between Macuchi and Quevedo, wet tropical forest, June 2, Nos. 6554-6557.

Chimborazo

Huigra, 1200 m., semi-arid shrub type and mountain forest, July 17, Nos. 6763-6778. Alausí, 2300 m., semi-arid shrub type, July 25, No. 6998.

Bolivar

Near Bucay, 300 m., wet tropical forest, July 4, Nos. 6733-6743.

Los Ríos

Quevedo, 50 m. Planted trees, wet tropical forest zone, May 31, Nos. 6537-6538. Pichilingue, Estación Experimental Agrícola del Ecuador, formerly Hacienda Pichilingue, about 15 km. south of Quevedo, 45 m., wet tropical forest, May 16-31, Nos. 6437-6536.

Guayas

Guayaquil, sea level, dry tropical forest, May 9, June 4, 6, and 13, July 11. Nos. 6426-6436, 6558-6595, 6744-6751. Bajada, 30 m., dry tropical forest, July 15, Nos. 6752-6762.

El Oro

Puerto Bolívar, sea level, mangrove swamp forest, June 15, Nos. 6596-6598. Arenillas, near sea level, dry tropical forest, June 22-26. Nos. 6688-6729. Piedras, 500-1000 m., mountain (subtropical) forest, June 16-21, Nos. 6599-6687.

From four to six sets were collected of nearly all the herbarium specimens. However, only one or two herbarium specimens were made to accompany a few additional wood samples of species previously represented. Sets of herbarium specimens were deposited in the following herbaria: (1) U.S. National Herbarium, Smithsonian Institution; (2) U.S. Forest Service, Washington, D. C.; (3) Instituto Botánico de la Universidad Central, Quito; (4) Tropical Region, U. S. Forest Service, Río Piedras, Puerto Rico; (5) Chicago Natural History Museum (about 400 specimens); (6) Yale School of Forestry (about 300 specimens); (7) New York Botanical Garden (about 150 specimens); and (8) Estación Experimental Agrícola del Ecuador, Pichilingue, Los Ríos, Ecuador (about 100 specimens from Pichilingue). Including duplicates, more than 3000 herbarium specimens were collected and distributed.

Authentic wood samples from the same tree were obtained to accompany 92 herbarium specimens. These included 60 large wood samples, each consisting of a cross-section of the trunk 8 to 16 inches long, representing about 35 species of the more important timber trees. The Forest Products Laboratory, U. S. Forest Service, Madison, Wis., made tests of these woods for physical properties and durability. Six sets of these wood samples were distributed as follows: (1) Forest Products Laboratory, two sets; (2) Yale School of Forestry; (3) U. S. National Museum; (4) Tropical Region,

U. S. Forest Service, Río Piedras, Puerto Rico; and (5) New York State College of Forestry, Syracuse, N.Y.

Grateful acknowledgment is made to various specialists for assistance in the determinations. The late Dean Samuel J. Record, Yale School of Forestry, rendered valuable service in identifying the wood samples. Many sterile or incomplete herbarium specimens could not have been named readily without the previous determinations of wood samples.

The following specialists have named all or most of the specimens in the groups indicated: Caroline K. Allen, Lauraceae; S.F. Blake, Compositae; Miriam L. Bomhard, Palmae; Agnes Chase, Gramineae (except Bambuseae); Leon Croizat, Euphorbiaceae; Arthur Cronquist, Sapotaceae; John D. Dwyer, Cespedesia; H. A. Gleason, Melastomaceae; Boris A. Krukoff, Erythrina; Floyd A. McClure, Bambuseae; Rogers McVaugh, Siphocampylus; William R. Maxon, Cyathea; Harold N. Moldenke, Verbenaceae and Dermatocalyx; C. V. Morton, Malpighia; Alfred Rehder, Pinus; A. C. Smith, Virola; Paul C. Standley, Rubiaceae, Ficus, and miscellaneous specimens; Robert E. Woodson, Jr., Apocynaceae; and T.G. Yuncker, Piper.

Ellsworth P. Killip has identified the specimens of Mimosaceae, Caesalpiniaceae, and Fabaceae (except Erythrina), together totaling more than a hundred numbers of legumes, Cordia, and many others. He has also assisted materially in handling the identifications and in offering suggestions for the manuscript. E. C. Leonard and Joseph A. Ewan have made various determinations. Most of the remaining miscellaneous specimens have been named or verified at the U. S. National Herbarium by the author. Acknowledgment is due Leslie R. Holdridge, chief of the Forest Service field party in Ecuador, José Marrero, and others of the field party for their assistance in collecting specimens.

## Vegetation of Western Ecuador

One of the first general descriptions of the vegetation of Ecuador was by Wolf (27). Popence and Anthony (19), Svenson (24), Verdoorn (26), and others have contributed additional summaries. Descriptions of the forest regions of western Ecuador, with lists of characteristic species and photographs, are included in the report of the Forest Service survey (9, p. 16-27). These regions or zones of vegetation, which are mentioned in the list of localities of collections and in the annotated list of species, are summarized below.

The wet tropical forest, an evergreen forest, occupies the coastal plain of northwestern Ecuador, from sea level to an elevation of about 800 meters, in the provinces of Esmeraldas, Pichincha, Los Ríos, Manabí, and Guayas. It is a tropical rain forest in the north but becomes less luxuriant southward as rainfall decreases. Collections were made at various places in Esmeraldas, at Santo Domingo de los Colorados, Pichincha and at Pichilingue, Los Ríos. A few specimens were obtained at the foot of the Andes in Bolívar near Bucay. The flood plain forest, a variation, occurs on the larger rivers and was studied in Esmeraldas. The mangrove swamp

forest on deposits at tidewater along the Pacific coast was observed chiefly at San Lorenzo, Esmeraldas. This wet tropical forest is the southern extension of the rain forest on the Pacific coast of Colombia and Central America. Upon further exploration, many more tropical species probably will be found to have a distribution from Panama or Costa Rica south to Esmeraldas or beyond.

The dry tropical forest, a deciduous and more or less xerophytic forest, in which legumes are conspicuous, occurs on the coastal plain of southwestern Ecuador, mainly in Manabí, Guayas, and El Oro, where the winds associated with the Humboldt Current produce a dry climate. Collections were made at Guayaquil and Bajada, Guayas, and Arenillas, El Oro. A variation is the savanna, consisting of grasslands with scattered trees. The xerophytic flora of this region, unrelated to the flora of the wet tropical forest, extends southward into northwestern Peru, where the dry forest has its southern limit and is replaced by the more xerophytic, desert zone with still lower rainfall.

The mountain forest, a mesophytic evergreen forest, is found along the western slopes of the Andes from the base at about 300 to 800 meters in elevation to the upper limit of forests at about 2,800 meters. This type varies with altitude from a wet subtropical forest on the lower slopes to a wet temperate forest, or temperate rain forest, above 2000 meters. Collections were made in the subtropical portion at Piedras, El Oro, and in the temperate portion at Macuchi, Cotopaxi. The temperate forest flora is largely a continuation of that of the Colombian Andes, though a few species extend to Peru.

The unforested Andean plateau occupies, with the snow-capped peaks of the Andes, the high region or Sierra of central Ecuador, where the original forests were destroyed by cultivation. Natural vegetation remaining here includes the semi-arid shrub type, the paramillo, which is a shrub type above the timberline, and the paramo, a high mountain grassland. Collections were made in the first type at Huigra, Chimborazo, and in the second at Quito, Pichincha. This Andean flora extends northward into Colombia and western Venezuela and south to Peru and Bolivia or beyond.

The forests of eastern Ecuador, including the mountain forest of the eastern slopes of the Andes and the Amazonian wet tropical forest of the Oriente, were not visited. The latter is part of the extensive forest of the Amazonian basin of Brazil, Venezuela, Colombia, Ecuador, Peru, and Bolivia. Apparently the tree species of the tropical forests on the Atlantic and Pacific sides of the Andes in Ecuador are not closely related, the high mountain range probably being an effective barrier to migration. Most of the relatively few tropical tree species common to both sides of the Andes have a wide, almost continuous range across northern South America or occur also in Central America. Examples of these widely distributed species are: Trema micrantha, Chlorophora tinctoria, Minquartia guianensis, Carapa guianensis, Apeiba aspera, Ochroma lagopus, and Terminalis amazonia. However, at least a few tropical tree species have

disjunct distribution on both sides of the Andes, as noted in the list of range extensions.

A thorough analysis of the relationships of the floras of the forest regions of Ecuador cannot be made until much additional collecting is done and the flora of Ecuador is much better known than at present. In the meantime, the excellent detailed analysis of the distribution of the birds of Ecuador by Chapman (6) has indicated some of the patterns of distribution that may be expected to occur also among the plants and suggests some problems on the origin and distribution of Andean life that may apply to the flora as well as fauna. Chapman has stated that the dry zone of southwestern Ecuador may have been continuous northward and that the wet tropical forest zone of northwestern Ecuador may be a relatively recent southward extension from western Colombia associated with a more humid climate after uplift of the Andes.

## New Species and New Records

Altogether more than 30 species from this collection are being published elsewhere as new. Harold N. Moldenke has published Dermatocalyx panduratus and Cornutia australis var. occidentalis. The author (12) has published 19 new species, as follows: Heisteria cyathiformis, Hirtella carbonaria, H. pauciflora, Browneа disepala, B. puberula, B. angustiflora, Humiria procera, Erythrochiton carinatus, Tetragastris varians, Guarea polymera, Trichilia floribunda, Belotia australis, Matisia alata, M. grandifolia, Clusia plurivalvis, C. polystigma, Neosprucea pedicellata, Symplocos ecuadorensis, and Aspidosperma elatum. Several new species have been proposed but not yet published in Ficus and Inga and in Rubiaceae. Incomplete specimens in the following genera, as well as several others, probably represent undescribed species: Ampelocera, Ficus, Virola (4), Hieronyma, Huberodendron, and Pouteria (2). Roughly, about 8 percent of the species are described as new. However, if the collection had been made at a more favorable season when better material could have been obtained, the percentage of new species probably would have been nearly twice as great. Three additional species were unnamed when collected in Ecuador but since have been described from earlier collections in Colombia or Peru: Inga obscura Macbr., Conostegia cuatrecasii Gleas., and Miconia centronioides Gleas.

About 60 species in the collection apparently are first records for Ecuador, according to published ranges in monographs and floras and the material in the U. S. National Herbarium. The first group of new records for Ecuador contains species whose known range covers Ecuador and whose presence is to be expected, such as species previously recorded from both Colombia and Peru, or species of wide distribution in the American tropics. Examples are: Beilschmiedia sulcata, Abarema jupunba, Inga ingoides, I. ruiziana, I. thibaudiana, Zygia latifolia, Swartzia crocea, Zanthoxylum rhoifolium, Cedrela fissilis, Guarea trichilioides, Cupania cinerea, Pachira aquatica, Calophyllum longifolium, Symphonia globulifera, Banara mollis, Laetia procera, Terminalia amazonia, Coutarea hexandra, Faramea occidentalis, Genipa caruto, and Palicourea macrophylla.

Species in another group occur from Central America to Colombia and now have been collected southward in Ecuador. Some are trees of the wet tropical forest extending from western Colombia south into the province of Esmeraldas. Part have wider distribution also in northeastern South America to Guianas and Brazil. These include: Trema integerrima, Brosimum utile, Castilla panamensis, Ficus panamensis, Achatocarpus nigricans, Hernandia sonora, Chloroleucon mangense, Inga coruscans, Poponax flexuosa, P. pennatula, Platymiscium pinnatum, Pterocarpus officinalis, Turpinia paniculata, Billia columbiana, Pelliciera rhizophorae, Ardisia compressa, Enallagma latifolia, and Psychotria grandis.

Three Central American species, if the specimens are correctly named, are new to South America: Celtis schippii, Sorocea affinis, and Heisteria macrophylla. The following were known only from Colombia: Pourouma chocoana, Inga cycladenia (second collection), Pseudovouapa stenosiphon, Tetrorchidium gorgonae (second collection), Vismia baccifera, Miconia caudata, and Isertia pittieri. Phyllanthus huallagensis, P. rubellus, and Marila tomentosa of Peru are extended north to Ecuador.

Another interesting group of range extensions of perhaps greater significance is that of species from east of the Andes, such as in Amazonian Brazil, Peru, and Colombia, found for the first time on the Pacific slope. These disjunct tropical species now known on both sides of the Andes include: Clarisia racemosa, Erythrochiton brasiliensis, Gloeospermum sphaerocarpum, Lunania parviflora, Bellucia grossularioides, Henriettella sylvestris, Miconia lasiocalyx, and Sommera sabicoides.

Six of the new species belong to genera new to Ecuador. Of these genera, two were monotypic and the others had fewer than ten species each. Dermatocalyx was known from a single species in Central America. Belotia was distributed from Mexico to Panama and Colombia and was known also from the West Indies. The four other genera apparently are new to the Pacific slope of South America. Humiria was recorded from Brazil and the Guianas to Colombia and Costa Rica, Erythrochiton from Mexico to Brazil and Peru, and Tetragastris from the West Indies and Central America to Brazil. Neosprucea was known from a single species in Brazil, Colombia, and Peru. Additional generic records are represented among the undetermined species. Huberodendron contains two described species, both from Amazonian Brazil, and Gallesia two species from Amazonian Brazil, Bolivia, and Peru.

About 15 species in the collection apparently had been known previously only from their Ecuadoran types. Two of these, Dialyanthera gordoniaefolia (A. DC.) Warb. and Cordia macrantha Chod. had not been found since their collection for the herbarium of Ruiz and Pavón perhaps by Tafalla at "Guayaquil" about 150 years earlier. Seven species, known only from Eggers' specimens from El Recreo, Manabí, were found at other Ecuadoran localities. Topotypes of several species described originally from Guayaquil, are represented in the collection.

Only seven species of this collection are native both in Ecuador and the United States, though several others are found in the two countries

as a result of introduction. These seven, occurring in tropical Florida and including four species of mangrove coastal forests, are: Andira inermis, Sapindus saponaria, Rhizophora mangle, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa, Avicennia nitida (also to Louisiana and Texas), and Enallagma latifolia.

## Annotated List

The following annotated list of tree specimens collected in western Ecuador contains scientific and common names, tree sizes, notes on economic woods including descriptions and uses, other economic notes, habitat and vegetation zone, citations of specimens, and geographic distribution. Scientific names follow the International Rules of Botanical Nomenclature, and the Spanish common names are those used where the specimens were collected. English common names of certain widely distributed wild or cultivated trees have been added in parenthesis. There is also a separate, alphabetical list of common names with scientific names.

Data on size include total heights of trees, usually estimated, and trunk diameters measured or estimated at breast height (D.B.H., about 1.4 meters or 4.5 feet above the ground) or above the buttresses, if present. These figures are based upon the trees from which no material was obtained as well as upon those from which the specimens were taken. Descriptive notes on bark characteristics were recorded and copied on the labels and are not repeated here. Data on economic woods and their uses are condensed from the survey report (9) and were prepared chiefly by J. Edson Myer.

The specimens are cited by province, locality, and the author's collection numbers. Approximate altitudes are stated in the list of localities where the collections were made. The regions or zones of vegetation where the species occur follow the terminology used in the discussion of the vegetation of western Ecuador. Geographic distribution outside Ecuador is compiled from publications and the collections in the United States National Herbarium.

More than 400 species of trees and a few additional species of shrubs are included. There are listed 327 named species, including doubtful determinations, 81 species determined to genus only, and 14 additional unnamed new species not yet published.

### Cyatheaceae

Cyathea sp. Tree fern 4 m. tall with trunk 10 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6651.

### Pinaceae

Conifers of several exotic species from temperate North America are planted as ornamentals in parks and grounds in Quito. Those collected

are listed below. No herbarium specimen of the native conifer, Podocarpus, was obtained.

Cupressus benthami Endl. (C. lusitanica auth., not Mill.) "Ciprés" ("Mexican cypress"). Ornamental tree 12 m. tall and 20 to 30 cm. in diameter. Pichincha: Quito, 6114, 6118 (both planted). Native of Mexico and Guatemala.

Cupressus macrocarpa Hartw. "Ciprés" ("Monterey cypress"). Ornamental tree to 20 m. tall and 80 cm. in diameter. Pichincha: Quito, 6112 (planted). Native of California.

Pinus patula Schlecht. & Cham. ("Jelecote pine"). Ornamental tree 15 m. tall and 40 cm. in diameter. Pichincha: Quito, 6124 (planted). Native of Mexico.

Pinus radiata D. Don. "Pino" ("Monterey pine"). Common ornamental tree 20 m. tall and 60 cm. in diameter. Pichincha: Quito, 6115 (planted). Native of California. This rapidly growing pine probably could be grown successfully in plantations in the Andean plateau.

Sequoia sempervirens (D. Don) Endl. ("Redwood"). Ornamental tree 12 m. tall and 30 cm. in diameter. Pichincha: Quito, 6119 (planted). Native of California and southwestern Oregon.

Gramineae

The Ecuadoran species of Gramineae have been monographed by Hitchcock (8). Though very few species are woody, one of these is very important for construction in Ecuador.

Chusquea scandens Kunth. "Suro". Dwarf bamboo, a shrub and climber 2 to 3 m. tall, abundant locally in paramillo zone. Pichincha: Quito, 6127. Colombia to Bolivia.

Chusquea sp. "Suro". Shrub 2 to 3 m. tall. Common in undergrowth of wet temperate forest at Macuchi and abundant locally on deforested slopes where smelter smoke had destroyed the vegetation. Cotopaxi: Macuchi, 6551.

Guadua angustifolia Kunth. "Guadua", "caña de Guayaquil" ("Bamboo"). Large bmaboo or tree 10 to 15 m. tall and 10 to 15 cm. in diameter. This species is the most valuable building material in the tropical lowlands of western Ecuador, furnishing shelter for nearly all the inhabitants. The hard outer part of the hollow, cylindrical stems is split open into flat boards, which are used for walls and flooring and for fences. The culms serve also as poles and scaffolding. These and other uses have been discussed by Marrero (13) and McClure (15). Common in groves along rivers banks and other low wet places, wet tropical forest, widely distributed in

western Ecuador. Esmeraldas: between Concepción and Selva Alegre, 6390; Playa de Oro, 6409 (with wood samples). Los Ríos: Pichilingue, 6437, 6469. Guianas to Colombia and Peru.

Gynerium sagittatum (Aubl.) Beauv. "Caña brava". Giant grass 3 to 5 m. tall, common along river banks, wet tropical forest. Esmeraldas: between Selva Alegre and Playa de Oro, 6395. Widely distributed in tropical America from West Indies and Mexico to Paraguay and Peru.

Palmae

Guilielma gasipaes (H.B.K.) Bailey. "Chontaduro". Medium-sized palm tree, planted for its edible mealy fruit, along river banks, wet tropical forest. Esmeraldas: Borbon, 6417A (fruit only). Native of Colombia but spread by cultivation to Venezuela, Brazil, and Peru.

Iriartea corneto (Karst.) Wendl. (?) "Pambil". Tall palm tree to 25 m., with a slender trunk 30 cm. in diameter. Slabs from the trunk are important for lumber, such as flooring. Common in wet tropical forest and especially conspicuous where left in clearings, such as at Santo Domingo de los Colorados, Pichincha. Esmeraldas: Playa de Oro, 6397 and 6397A-D (with wood sample).

Phytelephas aequatorialis Spruce. "Tagua", "cadi". Small tree 4 m. tall and 20 cm. in diameter. The seeds of this and related species, tagua nuts, are the source of vegetable ivory of commerce, used in making buttons. Common locally in undergrowth of wet tropical forest and in plantations, especially in Esmeraldas and Manabí. Esmeraldas: San Lorenzo, 6316. Western Ecuador.

Ynesa colenda O. F. Cook, Nat. Hort. Mag. 21: #71, #84, fig. 1-6. 1942. "Palma real". Large tree 20 to 30 m. tall, with massive trunk 40 to 50 cm. in diameter, the largest palm of western Ecuador. The seeds are a source of palm oil but have not been harvested extensively. Widely distributed but scattered in wet tropical forests from Esmeraldas through western Pichincha and Los Ríos to El Oro, where it occurs in the mountain forest. Los Ríos: Pichilingue, 6518. Western Ecuador.

Araceae

Heteropsis ecuadorensis Sodiro, Anal. Univ. Quito 22, no. 162: 278. 1908. (H. rimbachii Krause, Notizbl. 9:269. 1925). "Piquigua", "bejuco de montaña" ("basket vine"). Slender woody vine 15 m. tall, common in wet tropical forest and included here because of its economic importance. The long, narrow, unbranched aerial roots are used as cordage and in making baskets. Esmeraldas: Quinindé, 6224, 6243. Western Ecuador. Two scientific names have been given to this species. Apparently Sodiro's obscurely published name was not known to Krause, whose later name is here reduced to synonymy.

Casuarinaceae

Casuarina equisetifolia L. (Horsetail casuarina", "horsetail beefwood"). Tree 10 m. tall and 30 cm. in diameter, common as an ornamental in Quito. Pichincha: Quito, 6123 (planted). Native of tropical Asia and Australia but planted and naturalized in various tropical regions.

Piperaceae

Numerous species of Piper are present as shrubs or occasionally small trees in the undergrowth of forests and in openings and clearings. The general common name is "cordoncillo". Specimens of several of the larger species were collected.

Piper aduncum L. "Cordoncillo". Shrub or small tree to 8 m. tall and 8 to 20 cm. in diameter. Common in undergrowth of wet tropical forest and in clearings. Los Rios: Pichilingue, 6522. Bolivar: near Bucay, 6729. Widely distributed in American tropics in West Indies and from Mexico to Brazil and Peru.

Piper barbatum H.B.K. "Luto". Shrub 3 m. high, uncommon in paramillo zone. Pichincha: Quito, 6107 (topotype). Ecuador.

Piper caballense C. DC. Small tree 5 to 8 m. tall, and 6 cm. in diameter. Common locally in understory of wet tropical forest. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6178. Venezuela to Ecuador.

Piper marequitense C. DC. Shrub or small tree to 5 m. high and 5 cm. in diameter. Common in understory of wet tropical forest and in clearings. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6145. Colombia and Ecuador.

Piper nubigenum Kunth. Shrub and small tree to 5 m. tall and 6 cm. in diameter. Common but scattered in paramillo. Pichincha: Quito, 6128. Southern Colombia to Peru.

Piper reticulatum L. Small tree 10 m. tall and 7 cm. in diameter. Common in understory of wet tropical forest at Quinindé. Esmeraldas: Quinindé, 6226. Widely distributed in the American tropics from West Indies and Central America south to Brazil and Peru.

Piper sp. Small tree or large shrub 6 m. tall and 5 cm. in diameter. Common in understory of wet tropical forest. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6187.

Salicaceae

Populus nigra L. var. italica Muenchh. ("Lombardy poplar"). Small tree 10 m. tall or larger, planted as an ornamental. Pichincha: Quito,

6126 (planted). This hybrid clon from Europe and western Asia is widely planted in temperate regions.

Salix humboldtiana Willd. "Sauce" ("Humboldt willo"). Tree to 15 m. tall and 45 cm. in diameter. The wood is used for boxes. Moist soil and in cultivation, tropical and temperate zones. Imbabura: Ybarra, Marrero, 6135 (planted). Los Ríos: Pichilingue, 6459. West Indies and Mexico, south to Argentina and Chile. The identity of the older name Salix chilensis Mol., to which this species has been referred, is uncertain.

Juglandaceae

Juglans neotropica Diels. "Nogal", "tocte" ("Walnut"). Tree 10 to 15 m. tall and 30 to 40 cm. in diameter. Wood similar to black walnut, brown, light and soft, fairly strong and durable, valued chiefly for furniture and turnery. The fruits, or walnuts, and a candy prepared from the nutmeats are sold in markets. Wet temperate forest. Common in Andean Plateau, where it grows well in plantations and should be used in reforestation. Pichincha: Quito 6111 (planted). Chimborazo: Huigra, 6763. Ecuador and Peru.

Betulaceae

Alnus jorullensis H.B.K. var. mirbelii (Spach) Winkl. (A. mirbelii Spach.) "Aliso". Small tree. Wood soft, light weight, not durable, used for windows, doors, furniture, and similar purposes. Common in Andean plateau and up to timberline of wet temperate forest of western slope. Pichincha: Cayambe, 6997 (planted). The species ranges from Mexico to Argentina, and var. mirbelii is found in Ecuador and Peru.

Ulmaceae

Ampelocera sp. "Candelo". Tree 15 m. tall and 20 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: Piedras, 6638 (with wood sample). The specimen, which is sterile, probably represents an undescribed species and is the first report of the genus from Ecuador. Determined from the wood sample by S. J. Record. Before examining the herbarium specimen, he tentatively reported the wood as Phyllostylon brasiliensis Cap. (19).

Celtis schippii Standl. (?) "Tillo". Large tree 25 m. tall and 50 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6216. The Ecuadoran specimen, which is fruiting, seems to belong to this British Honduran species and, if so, is a notable range extension. However, the leaves of this specimen differ slightly in being narrower, thinner, and with longer and more curved lateral veins. A sterile specimen of "tillo blanco" from the wet tropical forest at Pichilingue, Los Ríos (6479), possibly is the same.

Trema integerrima (Beurl.) Standl. "Sapán de paloma", "cunacuna". Large tree to 30 m. tall and 60 cm. in diameter. Wood poor, not used. Wet

tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6379 (with wood sample). Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6186. Los Ríos: Pichilingue, 6446. Honduras, Panama, Colombia, and Ecuador. New to Ecuador. As Standley (Contr. Arnold Arb. 5:55. 1933) noted in reviving this species, Trema integerrima is strikingly distinct from T. micrantha in its entire leaves, which also are thinner and smooth. The woods apparently are distinctive also. T. integerrima is a large tree of the dense forest, while T. micrantha is usually small and spreading and in open places.

Trema micrantha (L.) Blume. "Tortolero", "muchichilán". Tree 7 to 18 m. tall and 10 to 20 cm. in diameter. Common in clearings and cutover areas of wet and dry tropical forests and mountain forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6329. Guayas: Guayaquil, 6582. El Oro: Piedras, 6607, 6647. Widely distributed in tropical and subtropical America from West Indies and Mexico to Brazil and Argentina.

Moraceae

Artocarpus altilis (Parkinson) Fosberg. (A. communis J. R. & G. Forst.) "Arbol de pan", "fruta de pan" ("breadfruit"). Tree 20 m. tall and 40 cm. in diameter. Planted in the tropical zone for its edible fruit. Guayas: Guayaquil, 6748 (planted). Native of Malayan Archipelago but widely cultivated in the tropics.

Brosimum latifolium Standl. "Tillo". Tree 20 m. tall and 40 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: Piedras, 6627. Ecuador.

Brosimum utile (H.B.K.) Pittier. "Sande" ("cow-tree"). Large tree to 36 m. tall and 70 cm. in diameter. Known in other countries as cow-tree because the abundant, milky latex can be drunk. Wood soft, light weight, not durable, used for concrete forms, boxes, and sheathing. Common in wet tropical forests of Esmeraldas, especially in heavily culled forests because it is little used and reproduces well. Esmeraldas: Quinindé, 6212, 6213, 6245, 6246, 6247 (the last three with wood samples). Costa Rica to Venezuela and Ecuador. Apparently the first record for Ecuador.

Castilla panamensis C. F. Cook. "Caucho" ("rubber"). Large tree to 30 m. tall and 20 cm. in diameter. The latex of this species is the source of commercial rubber in western Ecuador. The trees are easily recognized by the horizontal, circling scars of rubber tapping, which girdle the trunks and cause a sickly appearance. Esmeraldas: Quinindé, 6232. Common in plantations or clearings and native in wet tropical forests, Esmeraldas, Pichincha, and Los Ríos in western Ecuador. Panama, Venezuela, Colombia, and Ecuador. The French astronomer, La Condamine, first European to become constructively interested in rubber, visited Esmeraldas in 1736 and made his important observations on rubber and rubber trees here. Castilla panamensis doubtless was the species he studied, though it apparently has not been recorded heretofore from Ecuador.

Cecropia maxima Snethl. "Guarumo". Tree 20 m. tall and 15 cm. in diameter. Common in openings and clearings, wet tropical forest zone. Esmeraldas: Quinindé, 6220. Ecuador.

Cecropia sp. "Guarumo". Tree 12 m. tall and 15 cm. in diameter. Common in openings and clearings, wet tropical forest zone. Esmeraldas: between Borbón and Concepción, 6388. Related to C. goudotiana Trec.

Cecropia sp "Guarumo". Tree 10 to 15 m. tall and 15 cm. in diameter. Common in openings and clearings, wet tropical forest zone. Esmeraldas: San Lorenzo, 6361. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6185.

Cecropia sp. "Guarumo". Tree to 20 m. tall and 30 cm. in diameter, usually smaller. Common in openings and clearings, mountain forest zone. El Oro: Piedras, 6610.

Chlorophora tinctoria (L.) Gaud. "Moral fino" ("fustic"). Large tree to 37 m. tall and 1 m. in diameter. Heartwood yellow, tough, strong, and durable. Used for all types of construction. In other countries the wood is used also as the source of the type, fustic. Wet tropical forest, especially in cutover areas, including cacao plantations and old clearings. Esmeraldas: Quinindé, 6235 (with wood sample). Los Ríos: Pichilingue, 6453, 6462 (both with wood samples), 6510. Widely distributed from West Indies and Mexico to Brazil and Peru.

Clarisia racemosa Ruiz & Pav. "Moral comido de mono" (in Esmeraldas), "moral bobo" (in Los Ríos), "sota" (in El Oro). Large, tall tree to 42 m. in height, with straight, cylindrical, massive trunk to 1 m. in diameter. Heartwood yellow, hard and heavy, tough, strong, and durable. Used in construction, shipbuilding, and bridges. Widely distributed and fairly common in wet tropical forests of Esmeraldas and Los Ríos. Also in mountain forest of El Oro. Esmeraldas: Quinindé, 6219, 6222, 6240 (all with wood samples). Brazil, Bolivia, Peru, and Ecuador. Apparently the first record in Ecuador and on the Pacific side of the Andes.

Coussapoa eggersii Standl. "Matapalo". Strangling vine, becoming a large spreading tree 20 to 35 m. tall, with fluted trunk 0.4 to 2 m. in diameter. Common locally and widely distributed in wet tropical forest zone, including cutover areas and cacao plantations. Esmeraldas: San Lorenzo, 6328. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6155. Los Ríos: Pichilingue, 6461. Ecuador, known previously from the type collection at Balao, Guayas, by Eggers.

Ficus. "Higuerón", "higueroncillo", "matapalo". The genus Ficus is one of the most interesting groups of trees in the tropical forests of western Ecuador. The trees start as epiphytic vines or strangling figs on the branches of other trees, which they gradually kill with their rapidly growing, anastomosing aerial roots. A few trees in the wet tropical forest reach enormous size, becoming 40 m. in height with trunks 1 to 2 m. in diameter and forming large buttresses as much as 3 to 5 m.

in diameter at the base. However, the woods are inferior, not durable, and not of commercial importance. As weed trees not cut for lumber, the trees of this genus are common in cutover forests. The 18 specimens of Ficus, determined by Paul C. Standley, represent 4 named species, 7 new species, and 1 additional species probably undescribed.

Ficus aequatorialis Dugand. Tree 8 m. tall and 30 cm. in diameter. One tree in cutover area, wet tropical forest zone. Bolivar: near Bucay, 6742. Colombia and Ecuador. Apparently a range extension from the Colombian boundary and to the Pacific slope.

Ficus glabrata H.B.K. "Higuerón". Large tree 25-30 m. tall and 0.3 to 1.3 m. in diameter. Scattered but common along river bank, wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6262. Central America to Venezuela, Brazil, and Peru.

Ficus panamensis Standl. "Matapalo". Spreading tree 8 m. tall and 20 cm. in diameter. Dry tropical and mountain forests. El Oro: Arenillas, 6707; near Piedras, 6684. Southern Mexico to Colombia and Ecuador. Apparently new to Ecuador.

Ficus urbaniana Warb. (F. involuta var. urbaniana (Warb.) Dugand. "Higuerón". Large tree to 35 m. tall, with grooved trunk 1 m. or more in diameter above the buttresses, which are up to 4 m. in diameter and 3 m. tall. Common in an old cacao plantation, wet tropical forest area. Los Ríos: Pichilingue, 6502. West Indies and from Panama to Venezuela and Peru.

Ficus sp. nov. Large tree to 15 m. tall and 60 cm. in diameter. Old cacao plantation, wet tropical forest area. Los Rios: Pichilingue, 6498, 6520.

Ficus sp. nov. Tree 15 m. tall, 45 cm. in diameter. One tree, possibly planted, at old homesite near spring at edge of mangrove swamp. Guayas: Guayaquil, 6747.

Ficus sp. nov. "Higueroncillo". Large tree 25 m. tall and 1 to 1.5 m. in diameter. In pasture and along river bank, wet tropical forest zone. Esmeraldas: San Lorenzo, 6356; Borbón, 6387.

Ficus sp. nov. "Matapalo colorado". Tree 10 m. tall and 20 cm. in diameter or larger. Old cacao plantation, wet tropical forest zone. Los Rios: Pichilingue, 6452.

Ficus sp. nov. "Matapalo", "matapalo blanco". Tree 15 m. tall and 20 cm. in diameter. Old cacao plantation, wet tropical forest zone. Los Rios, Pichilingue, 6449, 6500.

Ficus sp. nov. "Higueroncillo". Tree 20 m. tall and 20 cm. in diameter or larger. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6265. Los Rios: Pichilingue, 6492 (?).

Ficus sp. nov. "Higuerón", "higueroncillo". Large tree to 25 m. tall and 50 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6259. Los Ríos: Pichilingue, 6455.

Ficus sp. "Higuerón". Large tree to 30 m. tall and 80 cm. in diameter above the buttresses, which are up to 5 m. in diameter and 4 m. tall. Common in an old cacao plantation, wet tropical forest area. Los Ríos: Pichilingue, 6501. The specimen, which is sterile, probably represents an undescribed species.

Olmedia aspera Ruiz & Pav. "Mangue de monte". Tree 7 m. tall and 6 to 15 cm. in diameter. Wet tropical forest. Los Ríos: Pichilingue, 6516. Panama to Bolivia.

Perebea sp. "Cabecita". Tree 20 m. tall and 25 cm. in diameter. Common locally in wet tropical forest. Esmeraldas: Playa de Oro, 6402. Perhaps a new species, but the material is insufficient for description.

Poulsenia armata (Miq.) Standl. (Inophloeum armatum (Miq.) Pittier). "Majagua", "damagua". Large tree to 30 cm. tall and 0.7 to 1.2 m. in diameter, with broad buttresses to 5 m. in diameter at base and 3 m. tall. Cloth is made from the fibrous inner bark, but the wood is poor and not used. Wet tropical forest, common and widely distributed. Esmeraldas: San Lorenzo, 6297. Los Ríos: Pichilingue, 6482, 6499. Bolívar: near Bucay, 6735. Southern Mexico and Central America to Colombia and Ecuador, and in Bolivia. This monotypic genus was previously known in Ecuador from El Recreo, Manabí, where Eggers collected the type of Poulsenia aculeata Eggers, the synonym upon which the genus was based.

Pourouma cecropiaefolia Mart. (?) "Guarumo de montaña". Large tree 30 m. tall and 50 cm. in diameter. Mountain forest. Seen also in wet tropical forest in Bolívar near Bucay. El Oro: near Piedras, 6640. Brazil to Colombia and Peru. If the sterile specimen is correctly determined, this may be the first record of the species in Ecuador and on the west side of the Andes.

Pourouma chocoana Standl. "Uva". Large tree 25 m. tall and 40 cm. in diameter. Common locally in wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6301; Quinindé, 6241, 6258 (with wood sample). Colombia and Ecuador. Known previously from the type specimen collected in El Chocó, Colombia.

Pseudolmedia eggersii Standl. "Guión", "cabecita". Large straight tree to 32 m. tall and 60 cm. in diameter. Wood hard and heavy, strong, very durable, used for mine timbers and construction. Common in wet tropical forest of Esmeraldas and Los Ríos. Esmeraldas: San Lorenzo, 6304, 6307; Quinindé, 6264. Los Ríos: Pichilingue, 6503 (With wood sample), 6530, 6535 (with wood sample). Ecuador, known previously from Eggers' collections at El Recreo, Manabí.

Sorocea affinis Hemsl. "Capulí". Tree to 12 m. tall and 10 to 20 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas; Borbón, 6375. Pichincha; between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6192. Previously known only from Panama and new to South America.

A few additional species of Moraceae are represented by incomplete or sterile specimens. "Palo serrano", a large tree 35 m. tall and 60 cm. in diameter, collected in the wet tropical forest at Pichilingue, Los Ríos (6477, 6531), possibly belongs to the genus Brosimum or a related genus. "Tillo prieto", another large tree in the wet tropical forest at Pichilingue, Los Ríos (6478), is related to Sorocea. "Poma rosa de montaña", from the mountain forest near Piedras, El Oro (6639), apparently is related to Ogcodeia.

Urticaceae

Boehmeria celtidifolia H.B.K. Small tree 5 to 8 m. tall, with several stems 5 to 10 m. in diameter. Semi-arid shrub type. Chimborazo; Huigra, 6772. Ecuador.

Myriocarpa stipitata Benth. "Ortiga mansa", "guasante". Small tree 6 m. tall and 5 to 15cm. in diameter. Understory of wet tropical forest and mountain forest. Bolivar; near Bucay, 6733 (male plant), 6734 (female plant). El Oro; near Piedras, 6660. Venezuela to Peru.

Urera caracasana (Jacq.) Gaud. "Ortiguillo macho", "ortiguillo de monte". Small tree to 10 m. tall and 20 cm. in diameter. Understory of wet tropical forest. Los Ríos; Pichilingue, 6464. Seen also in Pichincha between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé. Widely distributed in tropical America from West Indies and Mexico to Argentina.

Olacaceae

Heisteria cyathiformis Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:87, fig. 7. 1948. "Aji". Shrub or small tree 5 m. tall and 3 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas; Quinindé, 6263A (type collection), 6263. A new species known only from these specimens.

Heisteria macrophylla Oerst. (?) "Monterillo". Small tree 8 m. tall and 8 cm. in diameter. Common locally in understory of wet tropical forest. Esmeraldas; San Lorenzo, 6309. Guatemala and Costa Rica. This collection, if correctly named, represents an extension of this Central American species to South America.

Minquartia guianensis Aubl. "Guayacán pechiche", "pechiche". Large tree to 31 m. tall and 70 cm. in diameter. Wood moderately hard and heavy, very durable, used for construction, ship decking, bridges, railway ties, posts, and beams. Wet tropical forest in Esmeraldas but rare in accessible areas because of cutting. Esmeraldas; Playa de Oro, 6396 (with wood sample); Quinindé, 6214 (with wood sample). Nicaragua

and Costa Rica to Guianas, Brazil, and Ecuador. Previously listed from Ecuador by Record and Hess (20, p. 416).

Polygonaceae

Coccoloba mollis Casar. "Quebracha". Large tree to 25 m. tall and 30 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6645, 6645A, 6653. Guianas, Brazil, Ecuador, and Peru.

Coccoloba sp. "Palo de Fósforo". Tree to 15 m. tall, usually with a few trunks 10 to 40 cm. in diameter. Common locally in wet tropical forest. Los Ríos: Pichilingue, 6506. Related to C. novogranatensis Lindau of Colombia.

Coccoloba sp. Small tree 7 m. tall and 8 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6721. Related to C. peruviana Lindau of Peru.

Triplaris guayaquilensis Wedd. "Fernansánchez". Tree 6 m. or more in height and 30 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6698. Guayas and El Oro, Ecuador (type locality, Guayaquil).

Triplaris sp. "Fernansánchez", "muchín". Large tree to 36 m. tall and 50 cm. in diameter. Wood soft, light weight, not durable, used for flooring and sheathing, furniture, and boxes and crates. Common and widely distributed in wet tropical forest, including flood plains and secondary forests of clearings. Esmeraldas: Quinindé, 6260 (sterile), 6266 (sterile); with wood sample . Observed also at Pichilingue, Los Rios.

Nyctaginaceae

Cryptocarpus pyriformis H.B.K. (Salpianthus pyriformis (H.B.K.) Standl.) Succulent shrub to 3 m. tall and 4 cm. in diameter. Wet soil near mangrove swamp forest. El Oro: Puerto Bolívar, 6597. Ecuador (including Galapagos Islands) and Peru.

Pisonia macranthocarpa (Donn. Smith) Donn. Smith. "Pegapega". Shrub or small tree 4 to 15 m. tall and 6 to 35 cm. in diameter. A characteristic, common shrub or small tree of the dry tropical forest in Manabí, Guayas, and El Oro. Guayas: Guayaquil, 6577, 6587, 6589, 6746; Bajada, 6759. El Oro: 6701. Cuba, and from Southern Mexico to Venezuela and Ecuador.

Phytolaccaceae

Achatocarpus nigricans Triana. "Negrito", "limoncillo". Shrub or small tree to 7 m. tall and 20 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6689, 6695. Salvador south through Central America to Venezuela and Ecuador. Apparently new to Ecuador and a range extension from dry areas of Tolima, Colombia, southward to similar areas of southwestern Ecuador. This genus has been placed also in a separate family, Achatocarpaceae.

Gallesia sp. "Ajo". Large tree 20 m. tall and 60 cm. in diameter, the trunk with deep grooves and burls. As the common name suggests, the wood has a strong odor of garlic. Mountain forest. El Oro: Piedras, 6621 (with wood sample). Probably the first record of Gallesia in Ecuador and on the Pacific side of the Andes. This genus of two species was known previously from Brazil, Bolivia, and Peru. The sterile material from Ecuador, determined from the wood sample by S. J. Record, may represent an undescribed species.

Berberidaceae

Berberis multiflora Benth. Large shrub to 3 m. tall and 5 cm. in diameter. Scattered and uncommon in paramillo zone. Pichincha: Quito, 6108. Andean plateau of Ecuador and Peru.

Annonaceae

Annona muricata L. "Guanábana" ("soursop"). Cultivated fruit tree to 15 m. tall and 50 cm. in diameter, wet tropical zone. Los Ríos: Pichilingue, 6497 (planted). Native of tropical America.

Guatteria microcarpa Ruiz & Pav. "Cuero negro". Small tree 6 m. tall and 10 cm. in diameter, wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6236. Ecuador, recorded also from Manabí and Guayas.

Guatteria sp. Tree 12 m. tall and 8 cm. in diameter, scattered in a cutover, wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6367. Possibly an undescribed species.

Myristicaceae

Dialyanthera gordoniaefolia (A. DC.) Warb. "Cuángare". Large tree to 33 m. tall and 30 cm. or more in diameter. Wood dull pinkish brown, light and soft, used for sheathing, paneling, trim, boxes, concrete forms, and dugout canoes. Wet tropical forest in Esmeraldas, common locally, especially on low sites. Esmeraldas: Playa de Oro, 6398, 6411, 6415 (the last two with wood samples). Seen also at San Lorenzo, Concepción, and Quinindé. Ecuador. This long lost species was known previously only from the type collection from the vicinity of Guayaquil by Ruiz and Pavón or their collector, Tafalla.

Virola sp. "Chalviande". Tree 20 to 30 m. tall and 20 to 30 cm. in diameter. Common locally in wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6300, 6315. The material, which is too poor for description, almost certainly is a new species of the series Rugulosae, related to V. albidiflora Ducke.

Virola sp. "Chalviande". Tree 25 m. tall and 20 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6295. Probably a new species, but the specimen is too poor for description.

Virola sp. "Chalviande". Large tree 35 m. tall and 45 cm. in diameter. Wood soft and light, not durable, used for temporary construction, paneling, boxes, concrete forms, and dugout canoes. Common locally in wet tropical forest. Esmeraldas: Playa de Oro, 6400 (with wood sample). The sterile specimen probably is related to V. elongata (Benth.) Warb. but more likely is a new species.

Virola sp. "Coco". Large tree 30 to 40 m. tall and 30 to 60 cm. in diameter. Wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6157. Related to V. surinamensis (Rol.) Warb. but likely undescribed.

Monimiaceae

Siparuna sp. Small tree 6 m. tall and 6cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6230. The specimen perhaps represents an undescribed species.

Lauraceae

Preliminary determinations of the specimens of this difficult family kindly have been made by Caroline K. Allen. However, much of the material is incomplete and cannot be named to species.

Beilschmiedia sulcata (Ruiz & Pav.) Kosterm. "Aguacatillo de montaña". Tree 25 m. tall and 40 cm. in diameter, said to become larger. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6657. Costa Rica, Colombia, Ecuador, and Peru. Apparently the first record of this genus from Ecuador.

Beilschmiedia sp. "Caoba". Large tree to 35 m. tall and 60 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6293 (with wood sample).

Cryptocarya sp. "Amarillo tainde", "alcanfor". Large tree to 35 m. tall and 50 cm. in diameter. Bark fragrant. Wood strong, of medium durability, used for ship planking and to a limited extent for construction, flooring, trim, and ceiling. Common in wet tropical forest in Esmeraldas. Esmeraldas: San Lorenzo, 6296, 6299 (both with wood samples), 6440 (wood sample only).

Endlicheria sp. "Palealte". Tree 25 m. tall and 50 cm. in diameter. Wood reddish brown, fairly strong, not resistant to termites nor very durable in the soil. Used for general construction and in ship planking. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6351. Apparently related to E. mishuyacensis A.C. Smith of Amazonian Peru and Brazil.

Endlicheria (?) sp. "Jigua". Tree 10 m. tall and 10 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6682.

Licaria limbosa (Ruiz & Pav.) Kosterm. (?) "Canela". Tree 15 m. tall and 50 cm. in diameter. Planted for its bark, which has a taste

like cinnamon. Wet tropical forest zone. Los Rios: Pichilingue, 6470 (planted). Costa Rica to Venezuela and Bolivia. Sterile and doubtfully referred to this species.

Nectandra pisi Miq. "Jigua," "caoba". Large tree 35 m. tall and 40 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6294 (with wood sample), 6327. Guianas to Ecuador.

Nectandra (?) spp. "Canelo". Several species of Nectandra and related genera are known as "canelo". These usually large trees have woods of medium weight, strong and tough, and fairly durable. Used for furniture and cabinet work, interior trim, and to a limited extent for general construction. Specimens of three species were collected: Cotopaxi: near Macuchi, wet temperate forest, 6534; "canelo blanco", near Macuchi, wet temperate forest, 6543 (with wood sample). El Oro: near Piedras, mountain forest, 6650.

Nectandra (?) spp. "Jigua". Other species of Nectandra and related genera are called "jigua". The woods of these large or medium trees are used for interior walls and trim, floors, concrete forms, boxes, and crates. Specimens of four species were collected: Esmeraldas: "jigua laurel", San Lorenzo, wet tropical forest, 6352; Quinindé, wet tropical forest, 6218. Cotopaxi: Macuchi, wet temperate forest, 6553. El Oro: near Piedras, mountain forest, 6646.

Ocotea (?) sp. "Cedro colorado", "cedro". Large tree to 35 m. tall and 25 to 60cm. in diameter. Wood dull red or maroon, not very heavy nor hard, strong but brittle, and highly durable. Used in furniture, turnery, interior trim, shipbuilding, and dock construction. Wet tropical forest. Los Rios: Pichilingue, 6491 (with wood sample), 6508.

Persea americana Mill. "Aguacate" ("avocado"). Large tree 15 to 30 m. tall and 20 to 30 cm. in diameter. Cultivated for the edible fruit and in clearings, wet tropical forest zone. Esmeraldas: San Lorenzo, 6346. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6143, 6170. Widely cultivated in tropical regions and probably native of Mexico and Central America.

Persea (?) sp. "Guadaripo". Tree 35 m. tall and 70 cm. in diameter. Wood used for dugout canoes, wooden bowls, trim, and sash. Wet tropical forest. Esmeraldas: Playa de Oro, 6399 (with wood sample).

Hernandiaceae

Hernandia sonora L. Tree 15 to 20 m. tall and 60 cm. in diameter. Wet tropical forest. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6191. Mexico to the Guianas, Brazil, Colombia, and Ecuador. Probably the first record for Ecuador.

Papaveraceae

Bocconia integrifolia Humb. & Bonpl. Small tree 5 to 12 m. tall and 6 to 20 cm. in diameter. Common in dry mountain forest in ravines at Huigra. Chimborazo: Huigra, 6766. Venezuela to Bolivia.

Capparidaceae

Capparis scabrida H.B.K. (C. angulata Ruiz & Pav. ex DC.) "Sapote". Tree 8 m. tall and 30 cm. in diameter. Scattered in dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6725. Southwestern Ecuador (Guayas, El Oro, and Loja) and northwestern Peru.

Capparis sp. Small tree 7 m. tall and 12 cm. in diameter. Understory of wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6234.

Capparis sp. "Chaimito". Tree 8 m. tall and 30 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6692. Apparently related to C. flexuosa L.

Morisonia americana L. "Sapote de perro". Small tree 6 m. tall and 10 cm. in diameter. Common locally in dry tropical forest. Guayas: Guayaquil, 6590. El Oro: Arenillas, 6713. West Indies, southern Mexico, Venezuela, Colombia, and Ecuador.

Brunelliaceae

Brunellia (?) sp. Small tree 5 m. tall and 10 cm. in diameter. Semi-arid shrub type. Chimborazo: Huigra, 6776.

Cunoniaceae

Weinmannia descendens Diels. "Encinillo", "guasipata". Average-sized tree of wet temperate forest. Wood durable in ground. Cotopaxi: near Macuchi, 6541 (with wood sample), 6541A. Ecuador and Peru.

Platanaceae

Platanus orientalis L. ("Oriental planetree"). Tree 6 m. tall and 20 cm. in diameter, probably becoming larger. Planted in Quito. Pichincha: Quito, 6122 (planted). Native of southwestern Europe and western Asia.

Rosaceae

Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindb. "Níspero" ("loquat"). Tree 5 m. tall and 7 cm. in diameter. Introduced ornamental and fruit tree, occasionally planted in the Andean plateau. Imbabura: Ibarra, Marrero 6140 (planted). Native of eastern Asia but cultivated in various tropical and subtropical countries.

Hirtella carbonaria Little, Journ. Wash. Acad. Sci. 38:88, fig. 3. 1948. "Carbonero", "carboncillo". Medium-sized tree to 12 m. tall and 25 cm. in diameter. Wood used for charcoal, as the common and specific names indicate. Common in moist soil, flood plain forest near Río Nadadero, wet tropical forest zone at San Lorenzo. Esmeraldas: San Lorenzo, 6275. Ecuador, known only from this collection.

Hirtella pauciflora Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:88, fig. 2. 1948. "Coquito". Large tree 25m. tall and 50 cm. in diameter. Wet tropical forest and cacao plantation. Los Rios: Pichilingue, 6475. Ecuador, known only from the type locality.

Hirtella triandra Sw. "Vara rosada". Tree to 30 m. tall and 40 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro:near Piedras, 6668. Widely distributed in tropical America from British Honduras to Brazil, Bolivia, and Peru.

Prunus serotina Ehrh. var. salicifolia (H.B.K.) Koehne. (P. capuli Cav., P. salicifolia H.B.K.) "Capulí" ("Capulin cherry"). Tree to 10 m. tall and 30 cm. in diameter, producing an edible cherry fruit. Wood similar to cherry, used for cabinet work, furniture, and various purposes in contact with water. Common in Andean plateau in ravines, plains, and pastures. Pichincha: Quito, 6110. This large-fruited, southern form of P. serotina Ehrh., originally from Mexico, is widely cultivated and naturalized in the Andes from Venezuela to Chile. Suitable as a lumber species as well as a fruit tree for plantations in the Andean plateau.

Mimosaceae

Abarema jupunba (Willd.) Britton & Killip. (Pithecellobium jupunba (Willd.) Urb.). Tree 18 m. tall and 50 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6350. West Indies and from Guianas to Colombia, Peru, Bolivia, and Brazil. Perhaps new to Ecuador and to the Pacific slope.

Acacia decurrens Willd. Tree 15 m. tall and 40 cm. in diameter, planted as an ornamental at Quito. Pichincha: Quito, 6121 (planted). Native of Australia but widespread in cultivation.

Acacia retinodes Schlecht. Tree 10 m. tall and 15 cm. in diameter, planted ornamental at Quito. Pichincha: Quito, 6116 (planted). Native of Australia but widely cultivated.

Arthosamanea daulensis (Spruce) Killip apud Record, Trop. Woods 63:6. 1940. (Pithecellobium daulense Spruce). Tree 4 to 6 m. tall and 15 to 20 cm. in diameter. Moist soil, Guayaquil savanna. Guayas: Guayaquil, 6561 (topotype). Ecuador.

Calliandra angustifolia Spruce. "Chípero". Shrub 3 m. tall, common locally along river banks, wet tropical forest. Esmeraldas: between Selva Alegre and Playa de Oro, 6394. Brazil to Colombia and Peru.

Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose. (Pithecellobium mangense (Jacq.) Macbr.) "Charán blanco". Tree to 6 m. tall and 30 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6697. Jamaica and from Guianas to Panama, Ecuador, and Brazil. Possibly new to Ecuador.

Inga. "Guavo", "guava". Inga is one of the largest tree genera in number of species in the tropical forest regions of western Ecuador. These medium-sized trees are widely planted for the edible pulp around the seeds of the usually large pods and for shade trees in cacao plantations. The 21 specimens of Inga represented 14 named species, 2 new species, and 1 other not yet published. Incomplete material of 2 additional species was collected.

Inga bonplandiana H.B.K. (?) "Guavo blanco". Tree 10 m. tall and 10 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6666. Peru.

Inga coruscans Humb. & Bonpl. Tree 15 m. tall and 12 cm. in diameter. Wet tropical forest. Bolivar: near Bucay, 6737. British Guiana, Venezuela, Colombia, and Ecuador. Probably the first record for Ecuador.

Inga cycladenia Pittier. Tree 15 m. tall and 50 cm. in diameter. River bank, wet tropical forest. Esmeraldas: between Selva Alegre and Playa de Oro, 6392. Colombia and Ecuador. Known previously from the type collection in Cauca, Colombia, by Lehmann.

Inga edulis Mart. Tree 8 m. tall and 20 cm. in diameter. Cultivated in orchard, dry tropical forest zone. Guayas: Guayaquil, 6595 (planted). Mexico to Brazil and Peru: widely planted in tropical America.

Inga heteroptera Benth. (?) "Guava de mico". Tree 20 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6644 (sterile). Colombia: known only from the type collection at San Pedro by Hinds.

Inga ingoides (Rich.) Willd. "Guava". Tree 10 m. tall and 25 cm. in diameter. Planted in the wet tropical forest zone at Quinindé and probably native also. Esmeraldas: Quinindé, 6231 (planted). West Indies and from Guianas to Colombia, south to Brazil and Bolivia. Possibly new to Ecuador.

Inga marginata Willd. "Guava chiquita". Tree 12 to 20 m. tall and 30 cm. in diameter. Wet tropical and mountain forests. Los Rios: Pichilingue, 6521. El Oro: near Piedras, 6673. Costa Rica to Brazil, Bolivia, and Peru.

Inga obscura Macbr., Field Mus. Bot. Ser. v. 13, pt. 3, no. 1: 34. 1943. Tree 8 m. tall and 15 cm. in diameter. A few trees at edges of fields, wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6153. Ecuador and Peru. Known previously from the type collection by Klug in San Martín, Peru.

Inga punctata Willd. Tree 12 m. tall and 20 cm. in diameter. Wet tropical forest. Bolivar: near Bucay, 6738. Guatemala to Colombia, Guianas, and Peru.

Inga ruiziana G. Don. Tree 10 m. tall and 20 cm. in diameter. Along river bank, wet tropical forest. Esmeraldas: between Borbón and Concepción, 6388. Central America and from Colombia to Brazil and Peru. Possibly new to Ecuador.

Inga schimpffii Harms. "Guavo machete". Tree 25 m. tall and 60 cm. in diameter. Common shade tree in a cacao plantation, wet tropical forest area. Los Rios: Pichilingue, 6495. Ecuador, known previously from the type, collected near Bucay by Schimpff.

Inga spuria Humb. & Bonpl. "Guavo". Tree 15 m. tall and 70 cm. in diameter. Common locally on river bank, wet tropical forest. Los Ríos: Pichilingue, 6515. Venezuela, Colombia, and Ecuador.

Inga tenuirama Harms. (I. semiglabra Pittier.) "Guavo prieto". Tree 25 m. tall and 25 cm. in diameter. Two trees seen along small stream, wet tropical forest. Los Rios: Pichilingue, 6493. Ecuador, known previously only from the type collection by Eggers at El Recreo, Manabí. I. semiglabra Pittier is based on the same type.

Inga thibaudiana DC. Tree 20 m. tall and 10 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6302. Guianas to Venezuela, south to Brazil, Bolivia, Peru, and Ecuador. Possibly new to Ecuador.

Inga sp. ined. "Guava mulata", "guava". Tree 15 m. high and 20 to 40 cm. in diameter. At river edge, wet tropical forest. Also common as planted shade tree for cacao at Pichilingue, Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6198. Los Rios: Pichilingue, 6445.

Inga sp. nov. "Guava". One tree 6 m. tall and 30 cm. in diameter, perhaps planted, at edge of bay, cleared wet tropical forest at San Lorenzo. Esmeraldas: San Lorenzo, 6278.

Inga sp. nov. "Guavillo". Tree 20 m. tall and 35 cm. in diameter. Common locally in wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6378 (with wood sample).

Inga sp. "Guavilla". Spreading tree 15 m. tall and 40 cm. in diameter. Cleared wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6277. The specimen, which is in fruit and lacks flowers, possibly is I. coriacea (Pers.) Desv. or a related species.

Inga sp. Tree 12 m. tall and 12 cm. in diameter. Wet tropical forest. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6181. This specimen with very young inflorescence belongs to Sect. Leptinga and is related to I. paraensis Ducke and I. coriacea (Pers.) Desv.

Leucaena canescens Benth. "Chapra". Shrub or small tree 6 to 8 m. tall and 5 to 20 cm. in diameter. Common in thickets in wet soil near mangrove swamp at Guayaquil. Seen also in dry tropical forest at Arenillas, El Oro. Guayas: Guayaquil, 6573, 6749 (topotypes). Ecuador and Peru.

Mimosa acantholoba (Humb. & Bonpl.) Poir. "Uña de gato". Spreading small tree or shrub 4 to 5 m. tall and 6 cm. in diameter, branched from base. Guayaquil savana. Guayas: Guayaquil, 6562. Ecuador and Peru.

Mimopsis quitensis (Benth.) Britton and Rose. (Mimosa quitensis Benth.) Shrub or small tree 4 m. tall. Used for fuel and as forage for cattle. Common locally on dry sites, Andean plateau. Imbabura: Ibarra, Marrero 6134. Colombia and Ecuador.

Piptadenia flava (Spreng.) Benth. Shrub or small tree 6 m. tall and 7 cm. in diameter, with several branches from base. Dry tropical forest. Guayas: Guayaquil, 6580. Mexico to Venezuela and Peru.

Pithecellobium candidum (H.B.K.) Benth. Shrub or small tree to 5 m. tall and 5 cm. in diameter, branched from base. Guayaquil savanna. Guayas: Guayaquil, 6563 (topotype). Ecuador.

Pithecellobium excelsum (Kunth) Mart. "Quiriquinche". Shrub or small tree to 5 m. tall and 8 cm. in diameter, said to become larger. Wet soil near mangrove swamp forest. Seen also in dry tropical forest at Arenillas, El Oro. El Oro: Puerto Bolívar, 6596. Ecuador and Peru.

Poponax flexuosa (Humb. & Bonpl.) Britton & Rose. (Acacia flexuosa Humb. & Bonpl.) "Guarango". Shrub to 4 m. tall and 5 cm. in diameter, branched from the base. Guayaquil savanna. Guayas: Guayaquil, 6565. Guianas, Venezuela, Colombia, and Ecuador. Probably new to Ecuador.

Poponax macracantha (Humb. & Bonpl.) Killip, comb. nov. (Acacia macracantha Humb. & Bonpl. ex Willd. Sp. Pl. 4:1080. 1806.) "Faique", "vainilla". Spreading small tree or shrub 6 to 8 m. tall and 10 to 20 cm. in diameter. Common locally in plains near rivers, dry tropical forest. Esmeraldas: Esmeraldas, 6425. El Oro: Arenillas, 6694. Ecuador (including Galapagos Islands) and Peru.

Poponax pennatula (Schlecht. & Cham.) Britton & Rose (Acacia pennatula (Schlecht. & Cham.) Benth.) Small tree 5 m. tall and 7 cm. in diameter, branched from base. Wet soil near mangrove swamp forest. Guayas: Guayaquil, 6579. Mexico to Colombia and Ecuador. Apparently new to Ecuador.

Poponax tortuosa (L.) Raf. (Acacia tortuosa (L.) Willd.) Spreading shrub or small tree to 5 m. tall, branched from base. Guayaquil savanna. Guayas: Guayaquil, 6564. West Indies, Colombia, and Ecuador.

Prosopis inermis H.B.K. "Algarrobo", "algarroba". Spreading tree 7 to 12 m. tall and 15 to 40 cm. in diameter. Wood tough, strong, and very

resistant to decay, used especially for crossties. Dry tropical forest. Common in Guayaquil savanna. Guayas: Guayaquil, 6560 (topotype); Bajada, 6761. Ecuador and Peru.

Pseudosamanea guachapele (H.B.K.) Harms. (Lysiloma guachapele (H.B.K.) Benth.) "Guachapelí". Large spreading tree 25 m. tall and 40 cm. in diameter. Wood of medium density and hardness, very durable, used primarily as planking, ribs, decking, and treenails in shipbuilding, also for pole stubs and crossties. Planted for coffee shade. Dry tropical forests of Manabí, Guayas, and El Oro. Introduced at Pichilingue and Quevedo, Los Ríos. Los Ríos: Quevedo, 6537 (planted). Guatemala to Venezuela and Ecuador. Type locality near Guayaquil.

Samanea saman (Jacq.) Merrill. (Pithecellobium saman (Jacq.) Benth.) "Samán". Large spreading tree 25 to 30 m. tall and 0.5 to 1 cm. in diameter. Common locally as shade tree in cacao plantation at Pichilingue, cultivated and probably not native there. Los Ríos: Pichilingue, 6457 (planted). Mexico to Brazil: widely planted in tropical America.

Zygia latifolia (L.) Fawc. & Rendle. (Pithecellobium latifolium (L.) Benth.) "Guavo colorado". Tree 10 m. tall and 20 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: Piedras, 6603. West Indies and from Honduras to Brazil, Bolivia, and Peru. Possibly the first record for Ecuador.

Zygia longifolia (Humb. & Bonpl.) Britton & Rose. (Pithecellobium longifolium (Humb. & Bonpl.) Standl.) "Chípero". Spreading tree 8 to 15 m. tall and 30 to 60 cm. in diameter. Common along river banks, wet tropical forest. Esmeraldas: between Selva Alegre and Playa de Oro. 6391; between Concepción and Selva Alegre, 6389; Quinindé, 6261. Nicaragua to Colombia and Peru.

Fruiting specimens of two additional species, listed below by common names, were not identified further.

"Bantano". Large tree to 35 m. tall and 80 cm. in diameter. Wood light and soft, not durable, used for sheathing, floors, decking, and boxes. Wet tropical forest. Los Ríos: Pichilingue, 6513, 6536.

"Compoño". Tree 8 to 12 m. tall and 20 to 30 cm. in diameter. Dry tropical forest and mountain forest. Guayas: Bajada, 6760. El Oro: Piedras, 6623; Arenillas, 6726.

Caesalpiniaceae

Bauhinia grandiflora Juss. "Algodón de montaña". Shrub or small tree to 6 m. tall and 6 cm. in diameter. Common locally in clearings, mountain forest. El Oro: Piedras, 6602, 6602A. Ecuador and Peru.

Brownea angustiflora Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:93, fig. 5. 1948. "Flor de mayo". Small tree 10 m. tall and 15 cm. in diameter.

Understory of wet tropical forest and in clearing. Esmeraldas: Borbón, 6418 (type collection), 6382. Known only from the type locality.

Brownea disepala Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:90, fig. 9 1948. "Palo de vaina". Large tree 30 m. tall and 35 cm. in diameter, distinguished by cauliflory and white flowers. Mountain (wet tropical) forest. El Oro: near Piedras, 6677 (type collection). Ecuador, known also from a collection in Guayas.

Brownea herthae Harms. "Clavellín", "mayo". Large tree 35 m. tall. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6237. Ecuador, collected previously at Santo Domingo de los Colorados, Pichincha, where it was again observed.

Brownea puberula Little, Journ. Wash. Acad. Sci. 38:92, fig. 8. 1948. Small tree 6 m. tall and 10 cm. in diameter. Uncommon in understory of wet tropical forest, including flood plain forest and upper level of mangrove swamp forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6338 (type collection), 6338A, 6281. Ecuador, known also from a collection at the western base of the Andes.

Cassia atomaria L. "Vainilla", "vainilla de montaña". Tree 5 m. tall and 5 to 10 cm. in diameter. Dry tropical and mountain forests. Guayas: Guayaquil, 6426. El Oro: Piedras, 6608. Mexico to Peru.

Chamaefistula hartwegi (Benth.) Killip, comb. nov. (Cassia hartwegi Benth. Pl. Hartw. 117. 1842). "Vainilla", "ajebón". Shrub or small tree to 6 m. tall and 7 cm. in diameter. Common locally, dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6690. Guayas and El Oro, Ecuador.

Chamaefistula scandens (Ruiz & Pav.) Killip, comb. nov. (Cassia scandens Ruiz & Pav. ex. G. Don, Gen. Syst. 2:440. 1832). "gusta razón". Small tree 6 m. high and 8 cm. in diameter. Common locally in openings, wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6210. Ecuador, type locality Guayaquil.

Chamaesenna reticulata (Willd.) Pittier. (Cassia reticulata Willd.) Shrub or small tree 6 m. tall and 7 to 10 cm. in diameter. Common locally in clearings, wet tropical forest zone. Esmeraldas: San Lorenzo, 6271. Guatemala to Guianas, Brazil, Bolivia, and Peru.

Chamaesenna velutina Britton & Killip. (Not Cassia velutina Vogel.). Tree 10 to 20 m. tall and 20 to 30 cm. in diameter. A few planted at Quito. Pichincha: Quito, 6113 (planted). Colombia and Ecuador.

Cynometra sp. Tree 8 to 12 m. tall and 10 to 20 cm. in diameter, reported to become larger. Mountain forest. El Oro: Piedras, 6622 (sterile).

Libidibia corymbosa (Benth.) Britton & Killip. (Caesalpinia corymbosa Benth.) "Cascol". Spreading tree to 15 m. tall and 25 cm. in

diameter. Wood heavy, strong, and durable but not easily worked and little used because of its hardness. Heartwood very heavy, with specific gravity 1.13, the heaviest wood collected by the field party in Ecuador. Dry tropical forest. Guayas: Guayaquil, 6572 (topotype). El Oro: Arenillas, 6714 (with wood sample). Colombia, Ecuador, and Peru.

Mora megistosperma (Pittier) Britton & Rose. (Dimorphandra megistosperma Pittier.) "nato". Large tree 30 to 35 m. tall and 1 to 2 m. in diameter above the buttresses. Heartwood reddish brown, sometimes streaked, hard and heavy, strong and durable. Used for shipbuilding, railroad ties, planking for piers and bridges, all types of construction, and fence posts. Common locally and forming pure forests at edges of rivers on flood plains periodically inundated, wet tropical forest zone slightly above sea level. Also found at higher levels of the mangrove swamp forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6276, 6344 (with wood sample). Costa Rica, Panama, Colombia, and Ecuador. Reported previously from northwestern Ecuador by Record and Hess (20, p. 297).

The large thick pods are 19-25 cm. long and 8-9 cm. wide or larger and contain 1 or 2 enormous seeds. These seeds, variable in size, have been found in Panama up to 18 cm. long and 12 cm. wide. Pittier (Jour. Wash. Acad. Sci. 5:469, 472-474. 1915) in describing this species and Standley (Contr. U.S. Nat. Herb. 27:203, pl. 35. 1928) reported that these are the largest dicotyledonous seeds known.

Pseudocassia spectabilis (DC.) Britton & Rose. (Cassia spectabilis DC.) "Frijolillo". Tree to 15 m. tall and 50 cm. in diameter. Several trees at fence row and in cacao plantation, wet tropical forest zone. Los Rios: Pichilingue, 6442. West Indies and Mexico to Venezuela, Peru, and Bolivia.

Pseudovouapa stenosiphon (Harms) Britton & Killip. (Macrolobium stenosiphon Harms) "Dormilón", "chípero". Tree 7 to 10 m. tall and 15 to 40 cm. in diameter. Along river bank, wet tropical forest. Esmeraldas: Rio Santiago between Selva Alegre and Playa de Oro, 6393. Colombia and Ecuador. New to Ecuador.

Swartzia crocea (Vell.) Benth. "Naranjillo". Tree to 25 m. tall and 30 to 50 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6371. Brazil, Colombia, Ecuador, and Bolivia. Apparently the first record for Ecuador and for the Pacific slope.

Swartzia sp. Tree 6 m. tall and 15 to 20 cm. in diameter. Edge of river, flood plain, wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6340; La Tola, 6420. This fruiting material perhaps is related to S. recurva Poepp. & Endl.

Tamarindus indica L. "Tamarindo" ("tamarind"). Tree 12 m. tall and 30 cm. in diameter. The edible pulp around the seeds is used in preparing refreshing drinks. Cultivated in wet tropical zone. Los Rios:

Pichilingue, 6460 (planted). Native in the Old World tropics and widely cultivated and naturalized in tropical America.

Tara spinosa (Mol.) Britton & Rose. (Coulteria tinctoria H.B.K., Caesalpinia spinosa (Mol.) Kuntze.) "Guarango". Shrub or small tree 4 to 6 m. tall and 5 to 15 cm. in diameter. Semi-arid shrub type. Chimborazo: Huigra, 6777. Cuba, and from Venezuela to Ecuador, Bolivia and Chile.

Fabaceae

Andira inermis (W. Wright) H.B.K. "Motón (cabbage angelin"). Small tree 6 m. tall and 20 cm. in diameter. Clearings, wet tropical forest zone. Esmeraldas: San Lorenzo, 6272, 6341; Borbón, 6422. Widely distributed in the American tropics from West Indies, Florida Keys, and Mexico to Brazil and Peru. Also in western Africa.

Centrolobium patinense Pittier, Jour. Wash. Acad. Sci. 5:470. 1915. (C. ochroxylon Rose ex Record & Mell, Timbers Trop. Amer. 291. 1924; nomen nudum). "Amarillo", "amarillo de Guayaquil". Large tree 10-30 m. tall and 30 to 40 cm. in diameter. Wood yellowish to orange with purple streaks when freshly cut, turning to dark yellowish red; used for furniture, mine timbers, general construction, and shipbuilding. Wet tropical and mountain forests. Los Rios: Quevedo, 6557 (planted); Pichilingue, 6496. El Oro: Piedras, 6615 (with wood sample). The following earlier collections from Ecuador are represented in the U.S. National Herbarium: Guayas: Milagro, H. Johansen 12 (leaf only). El Oro: Portovelo, J. N. Rose and George Rose 23370, Hitchcock 21265 (fruits only). Panama, Colombia and Ecuador.

The herbarium name assigned to Ecuadoran specimens by Rose apparently still is almost a nomen nudum and has not been formally published with Latin diagnosis. Now that more material is available, the Ecuadoran specimens, which are fruiting, scarcely are distinguishable from the type specimen of C. patinense Pittier from Panama. Pittier mentioned that this species was known among the natives of Panama under the name "amarillo de Guayaquil", a common name used also in Ecuador. Record and Mell (21, p. 291) and Record and Hess (20, p. 243) noted that the Panamanian and Ecuadoran trees both had similar woods.

C. patinense Pittier is closely related to C. orinocense (Benth.) Pittier of Venezuela but differs in the larger fruits with larger wings and longer, more slender spines, the darker brown twigs and young leaves, and sparser pubescence throughout at maturity. Flowers of neither species have been described.

Clitoria brachystegia Benth. Small tree 6 m. tall and 10 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6685. Ecuador (type locality, Guayaquil).

Erythrina berteroana Urb. (?) "Porotillo". Tree 10 m. tall and 25 cm. in diameter. Cacao plantation, wet tropical forest zone. Los Ríos: Pichilingue, 6489. West Indies, and from Mexico to Colombia.

Erythrina glauca Willd. "Palo prieto", "madre de cacao". Large spreading tree 15 m. tall and 60 cm. in diameter. Common, planted as shade tree for cacao and in pastures, wet tropical forest zone. Los Rios: Pichilingue, 6441. West Indies, and from Guatemala to Brazil, Bolivia, and Peru.

Erythrina poeppigiana (Walp.) O. R. Cook. "Bombón". Large tree to 25 m. tall, with straight trunk to 40 cm. in diameter. Shade tree for cacao and in wet tropical forest. Los Rios: Pichilingue, 6484. Venezuela to Panama, south to Peru, Bolivia, and Brazil. Cultivated also in West Indies and Central America.

Erythrina rubrinervia H.B.K. (?). Small tree 3 m. tall and 5 cm. in diameter, probably becoming larger. Planted as an ornamental. Imbabura: Ibarra, Marrero 6139 (planted). Colombia to Bolivia.

Erythrina schimpffii Diels. "Porotillo de montaña". Small tree 6 m. tall and 6 cm. in diameter, becoming larger. Wet tropical and mountain forests. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6194, 6194A. El Oro: near Piedras, 6654. Ecuador.

Erythrina smithiana Krukoff. "Porotillo". Tree 12 m. tall and 30 to 40 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6717, 6727. Ecuador and doubtfully Colombia and Peru.

Geoffroea spinosa Jacq. "Seca", "pepa de vaca". Spreading tree 10 to 15 m. tall and 30 to 40 cm. in diameter. Wood medium to heavy, used for furniture and small wooden articles. Common locally in dry tropical forest. Esmeraldas: Esmeraldas, 6424. Guayas: Bajada, 6755. El Oro: Arenillas, 6704. Venezuela to Ecuador.

Lonchocarpus atropurpureus Benth. Tree 5 m. tall and 6 cm. in diameter. Dry tropical forest. Guayas: Guayaquil, 6576. Mexico to Venezuela and Ecuador.

Machaerium millei Standl. (M. longistipitatum Hoehne.) "Cabo de hacha", "chiche". Tree 5 to 8 m. tall and 7 to 30 cm. in diameter. Dry tropical and mountain forests. Guayas: Guayaquil, 6429, 6431. El Oro: Piedras, 6613 (?; with wood sample). Seen also at Arenillas, El Oro. Southwestern Ecuador (Guayas and El Oro).

Myroxylon balsamum (L.) Harms. "Bálsamo", "sándalo". Large tree 15 to 30 m. tall and 0.3 to 1 m. in diameter. Wood purplish rose with darker streaks, hard and heavy, strong, and durable, but occasionally attacked by borers. Used for furniture, sash and doors, interior trim, shipbuilding, crossties, and veneer. Balsam of Peru, an oleoresin used in medicine, incense, and perfume, is obtained from the bark but only to a limited extent in Ecuador. Wet tropical and mountain forests. El Oro: Piedras, 6600, 6620 (with wood sample). Widely distributed from Mexico to Brazil, Argentina, and Peru.

Piscidia carthagenensis Jacq. Tree 6 to 12 m. tall and 15 to 30 cm. in diameter. Dry tropical forest. Guayas: Guayaquil, 6593, 6744. Venezuela to Ecuador (including Galapagos Islands).

Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand. (P. polystachum Benth.) "Caoba". Large tree with reddish brown wood resembling mahogany, fairly hard, medium to heavy, and durable. Used for furniture, cabinet work, and in small ships. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6254 (with wood sample). Nicaragua to Venezuela and Ecuador. Possibly the first record of this genus in Ecuador.

Pterocarpus officinalis Jacq. "Bambulo". Tree 6 to 15 m. tall and 10 to 20 cm. in diameter. Common locally at edge of river, flood plain, wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6369. West Indies, and from southern Mexico to Guianas, Brazil, and Ecuador. Perhaps new to Ecuador.

Sesbania brenningii Harms (?). "Yuca ratón". Tree 6 to 10 m. tall and 10 to 20 cm. in diameter. Planted as living fence tropical zone. Los Ríos: Pichilingue, 6444. Guayas: Guayaquil, 6570. El Oro: near Piedras, 6683. Common at Guayaquil, the type locality. Ecuador. These specimens differ in the leaflets being glabrous, even when quite young.

Humiriaceae

Humiria procera Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:93, fig. 12. 1948. "Chanul". Large erect tree of forest canopy, 30 to 34 m. tall and 40 cm. in diameter, according to measurements from trees felled for wood samples, but becoming larger. Heartwood dull red, turning brownish on exposure, hard and heavy. Wood fairly difficult to cut, rather harsh, readily polished, strong but brittle, not resistant to decay. Not used much because of alleged silica content which dulls saws. Might be used for construction where not exposed to the weather. It is said that the oily seeds are edible. Common and probably widely distributed in the wet tropical forest of Esmeraldas. This species exists in quantities along the main rivers and trails and after partial cutting of other tree species it occurs in nearly pure stands. Esmeraldas: Playa de Oro, 6412 (type collection; with wood sample), 6413. San Lorenzo, 6320 (with wood sample). Quinindé, 6233 (old fruits only). Known only from Esmeraldas, and a generic record for Ecuador. With the exception of a fossil species from Peru, this record is a range extension of the genus to the Pacific side of the Andes.

Erythroxylaceae

Erythroxylon glaucum O. E. Schulz. "Coquito". Tree 12 m. tall and 20 cm. in diameter. Wood dark reddish brown, heavy, strong, tough, used to a limited extent for crossties. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6716 (with wood sample).

Erythroxylon ruizii Peyr. "Cafecillo". Small tree 8 m. tall and 5 cm. in diameter. Understory of mountain forest. El Oro: near Piedras, 6680. Ecuador, the type collection from Guayaquil.

Rutaceae

Erythrochiton brasiliensis Nees & Mart. "Naranjillo de montaña". Shrub or small tree 4 to 6 m. tall, with unbranched stem to 6 cm. in diameter. Common locally in understory of mountain forest. El Oro: near Piedras, 6641. Brazil, Peru, and Ecuador. Not known previously from the Pacific side of the Andes. This genus is new to Ecuador and contains another Ecuadoran species listed below.

Erythrochiton carinatus Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:94, fig. 14. 1948. "Chumi". Shrub or small tree 2 to 5m. tall and 5 cm. in diameter. Common locally in understory of mountain forest, tropical zone. El Oro: Piedras, 6632 (type collection). Known only from the type collection.

Zanthoxylum caribaeum Lam. (?) (Fagara caribaea (Lam.) Krug & Urban). Small tree 5 m. tall and 8 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6710. West Indies, and from Mexico to Colombia and Guianas.

Zanthoxylum rhoifolium Lam. (Fagara rhoifolia (Lam.) Engl.) "Tachuelo". Tree 7 m. tall and 15 cm. in diameter or larger. Clearing, wet tropical forest type. Esmeraldas: San Lorenzo, 6334, 6334A. Venezuela and Colombia to Brazil and Ecuador. Possibly the first record from Ecuador.

Zanthoxylum sp. "Sasafrás". Tree 8 m. tall and 8 cm. in diameter, said to become larger. Wet tropical forest. Los Ríos: Pichilingue, 6527. Perhaps an undescribed species, but the specimen is sterile. Eggers 15055, El Recreo, Manabí, is the same species.

Zanthoxylum sp. "Sasafrás". Large tree 25 m. tall and 50 to 90 cm. in diameter. Wet tropical forest. Los Ríos: Pichilingue, 6480 (sterile).

Zanthoxylum sp. "Tachuelillo", "asafrán". Tree 15 m. tall and 20 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: Piedras, 6604, 6626. Perhaps an undescribed species related to the preceding, but the material is sterile.

Burseraceae

Bursera graveolens (H.B.K.) Tr. & Planch. "Palo santo". Tree to 10 m. tall and 25 to 40 cm. in diameter. Common in dry tropical forest. Guayas: Guayaquil, 6575, 6585 (topotypes). Central America to Venezuela, Ecuador (including Galapagos Islands), and Peru.

Protium sp. "Anims". Large tree 26 m. tall and 40 cm. in diameter. Wood soft, not used. Wet tropical forest. Esmeraldas: Playa de Oro, 6416 (with wood sample). Probably undescribed.

Tetragastris varians Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:96, fig. 6. 1948. "Quemapecho". Large tree 25 m. tall and 50 cm. in diameter. Wood used for lumber. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6292 (type collection). Known only from the type collection, which is a generic record for Ecuador and the Pacific slope of South America.

Meliaceae

Carapa guianensis Aubl. "Tangare", "figueroa". Large tree to 35 m. tall and 70 cm. in diameter. Heartwood reddish brown, hard and dense, durable. Wood used for construction, furniture, sash, and concrete forms. Common locally in wet tropical forests in Esmeraldas and western Pichincha, especially in flood plain forests. Found also in the mountain forest at 1,000 m. elevation in El Oro. Esmeraldas: San Lorenzo, 6311, 6312, 6313 (all with wood samples); Quinindé, 6255. El Oro: near Piedras, 6648. West Indies, and from British Honduras to Guianas, Brazil, and Ecuador. Previously reported from Ecuador by Record and Hess (Timbers of the New World, 362. 1943).

Cedrela fissilis Vell. "Cedro", "cedro de Castilla". Large, tall tree to 37 m. in height, with straight trunk 1 m. or more in diameter. Wood light reddish brown, light weight, easily worked, and durable; used for furniture, interior trim, sash, and cabinet work. Wet tropical forest of Esmeraldas; common in flood plain forest of Río Santiago near Borbón. Esmeraldas: Quinindé, 6257 (with wood sample). Central America to Brazil, Argentina, and Peru. Possibly the first record for Ecuador.

Cedrela rosei Blake. "Cedro". Large tree to 35 m. tall and 1 m. in diameter, said to become larger. Important for lumber. Wet temperate forest. Cotopaxi: near Machachi, 6545 (with wood sample). Ecuador, previously known from the type collection near Quito.

Cedrela (?) sp. "Cedro de Castilla". Large tree 60 cm. in diameter, reported also as much larger. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6659 (sterile).

Guarea polymera Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:98, fig. 4. 1948. "Pialde macho". Tree 12 m. tall and 15 cm. in diameter, said to become larger. Wet tropical forest. Esmeraldas: Playa de Oro, 6404 (type collection; with wood sample). Known only from the type collection.

Guarea syringoides C.H. Wright (?). (G. microcalyx Harms). "Cequimbo". Small tree 5 m. tall and 10 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6686. Ecuador, known previously from Eggers' collections at El Recreo, Manabí.

Guarea trichilioides L. (G. guara (Jacq.) P. Wils.) "Fruta de loro", "coquito de montaña". Tree 7 to 30 m. tall and 15 to 40 cm. in diameter. Wet tropical and mountain forests. Los Ríos: Pichilingue, 6463, 6474. El Oro: Piedras, 6729. West Indies, and from Central America to Brazil and Argentina. Possibly new to Ecuador.

Guarea sp. "Amargo". Large tree 15 to 35 m. tall and 20 to 40 cm. in diameter. Wood used for boxes. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6643.

Trichilia floribunda Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:99, fig. 10. 1948. "Pialde". Tree 20 m. tall and 20 cm. in diameter, reported to become a large tree. Wood used for axe handles. Possibly of ornamental value because of the numerous, small, yellowish-white, fragrant flowers. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6323 (type collection; Borbón, 6372. Known only from these collections.

Trichilia hirta L. "Gajigua", "jobo". Small tree 6 m. tall and 10 cm. in diameter. Wet and dry tropical forests. Los Rios: Pichilingue, 6511. El Oro: Arenillas, 6719. Widely distributed from West Indies and Mexico to Venezuela and Peru.

Trichilia macrophylla Benth. Tree 12 m. tall and 12 cm. in diameter. Wet tropical forest. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6190. Brazil to Colombia and Ecuador.

Trichilia sp. "Savaleta". Tree 20 to 30 m. tall and 40 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6381 (with wood sample).

Malpighiaceae

Malpighia punicifolia L. "Cerezo". Small spreading tree 5 m. tall and 8 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6702. West Indies, and from southern Mexico to Venezuela and Peru.

Euphorbiaceae

Acalypha diversifolia Jacq. Small tree 5 m. tall and 5 cm. in diameter. Wet tropical forest. Pichincha: near Santo Domingo de los Colorados, 6174. Widely distributed in tropical America from Mexico to Brazil, Bolivia, and Peru.

Alchornea brevistyla Pax & K. Hoffm. (?) "Culape". Tree 8 m. tall and 20 cm. in diameter. Along former fence row, cleared wet tropical forest type. Esmeraldas: San Lorenzo, 6290. Peru.

Alchornea sp. "Llaneo". Small tree 6 to 13 m. tall and 7 to 15 cm. in diameter. Common locally in understory, wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6376; Quinindé, 6242. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6196.

Croton corylifolius Lam. (?) "Mosquero". Tree 8 m. tall and 11 cm. in diameter. Common locally in dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6712. Widely distributed in tropical America from West Indies and Mexico to Argentina.

Croton fragrans H.B.K. (?) "Mosquero". Tree 6 m. tall and 8 cm. in diameter. Common locally in cutover dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6718. Venezuela to Ecuador.

Croton glabellus L. Tree 10 to 15 m. tall and 10 to 15 cm. in diameter or larger. Wet tropical and mountain forests. Esmeraldas: San Lorenzo, 6360. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6185. El Oro: Near Piedras, 6674. Widely distributed in tropical America from West Indies and southern Mexico to northern South America.

Croton rivinifolius H.B.K. Small tree 6 m. tall and 5 cm. in diameter. Opening in wet tropical forest. Bolivar: near Bucay, 6740. Ecuador (including Galapagos Islands) and Peru.

Drypetes sp. "Marselo". Tree 13 m. tall and 15 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6374 (with wood sample).

Euphorbia latazi H.B.K. "Lechero". Small tree 4 m. tall and 8 cm. in diameter or larger. Common in cultivation, such as for living fences and hedges, in the Andean plateau. Imbabura: Esperanza, Marrero 6133 (planted). Pichincha: Quito, 6125 (planted). Colombia and Ecuador.

Hieronyma asperifolia Pax & K. Hoffm. "Motillón colorado", "sanón". Large tree, with pink heartwood, becoming much darker with exposure, hard and heavy, strong, tough, and fairly durable. Used for mine timbers and fence posts. Wet temperate forest. Cotopaxi: near Macuchi, 6544 (both with wood samples). Ecuador, the type collected by Sodiro at the foot of Chimborazo.

Hieronyma sp. "Mascaré". Large tree 25 m. tall and 25 cm. in diameter. Wood dark reddish brown, moderately hard and heavy, moderately durable, used for dugout canoes. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6321 (with wood sample). This sterile specimen is almost certainly a new species.

Phyllanthus antillanus (A. Juss.) Muell. Arg. "Chaquirillo". Small tree 7 m. tall and 8 cm. in diameter. Clearing at edge of wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6354. West Indies and Mexico to South America.

Phyllanthus brasiliensis (Aubl.) Poir. "Barbasco". Small tree to 6 m. tall and 10 cm. in diameter. Used as fish poison. Planted and along trail, wet tropical forest zone. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6147. Widely distributed in tropical America.

Phyllanthus grandifolius L. "Quitasol". Small tree 5 to 7 m. tall with unbranched trunk 10 to 30 cm. in diameter. Open areas, wet tropical forest zone. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6160, 6182. Seen also at Pichilingue, Los Ríos. West Indies, and from Brazil to Ecuador and Peru.

Phyllanthus huallagensis Standl. ex Croizat, Jour. Wash. Acad. Sci. 33:13. 1943. Small tree 6m. tall and 10 cm. in diameter. Semi-arid shrub type. Chimborazo: Huigra, 6771. Ecuador and Peru, known previously from the Peruvian type.

Phyllanthus nobilis (L. f.) Muell. Arg. Tree 8 m. tall and 7 cm. in diameter, reported to become larger. Understory of mountain forest. El Oro: near Piedras, 6672. Widely distributed in tropical America from West Indies and southern Mexico to South America.

Phyllanthus rubellus Muell. Arg. Shrub or small tree to 7 m. tall and 8 cm. in diameter. Along small drainage in dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6728. Ecuador and Peru. Possibly new to Ecuador.

Sapium sp. "Caucho blanco". Tree to 20 m. tall and 30 cm. in diameter. A source of wild rubber. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6661. This sterile specimen may be S. verum Hemsl., of Colombia and Ecuador, or a related species.

Tetrorchidium gorgonae Croizat, Jour. Arnold Arb. 24:170. 1943. Tree 15 m. tall and 25 cm. in diameter. Wet tropical forest. Pichincha: Quinindé, 6207 (male); 6208 (female). Colombia and Ecuador. This recently described species was known previously from the type collection on Gorgona Island, Nariño, Colombia.

Anacardiaceae

Anacardium excelsum (Bert. & Balb.) Skeels. (A. rhinocarpus DC.) "Marañón", "caracolí". Large spreading tree to 33 m. tall and 60 cm. in diameter. Introduced in the wet tropical zone as a cultivated shade tree for cacao plantations but spreading rapidly by seedlings. Los Ríos: Pichilingue, 6488, 6505, and 6533 (the last two with wood samples). Costa Rica to Venezuela and Colombia.

Anacardium occidentale L. "Marañón" ("cashew"). Small tree 5 m. tall and 25 cm. in diameter, cultivated in the wet tropical zone for its edible nut. Los Ríos: Pichilingue, 6465 (planted). West Indies, and from Mexico to Brazil and Peru, widely distributed by cultivation.

Mangifera indica L. "Mango". Large spreading tree to 15 m. tall, 20 m. crown spread, and 80 cm. in diameter. Cultivated for its fruit, wet tropical zone. Los Rios: Pichilingue, 6466 (planted); Quevedo, 6538 (planted). Native of East Indies but extensively planted and escaped in tropical regions.

Mauria birringo Tul. "Colorado". Tree 12 m. tall and 30 cm. in diameter, mountain forest. El Oro: Piedras, 6670 (with wood sample). Costa Rica to Colombia and Peru.

Mauria sp. Shrub or small tree to 5 m. tall and 8 cm. in diameter, common locally in paramillo zone. Pichincha: Quito, 6131. Possibly an undescribed species.

Schinus molle L. "Molle". Spreading tree to 10 m. tall and 40 cm. in diameter, common in the Andean plateau. Chimborazo: near Alausí, 6998. Native of Peru but widely spread and naturalized through cultivation from Mexico and California to Brazil and Argentina.

Spondias mombin L. "Jobo", "hobo". Large tree 10 to 15 m. tall and 30 cm. in diameter, with edible fruit. Planted along fences, wet tropical zone. Esmeraldas: San Lorenzo, 6289. Los Rios: Pichilingue, 6485. Widely distributed in tropical America.

Spondias purpurea L. "Ciruelo". Small tree 5 m. tall and 20 cm. in diameter. Planted as a living fence and hedge and for its edible fruit, wet tropical zone. Esmeraldas: Borbón, 6366. Los Rios: Pichilingue, 6487 (with wood sample). Widely distributed in tropical America.

Staphyleaceae

Turpinia paniculata Vent. Tree 25 m. tall and 20 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6221. West Indies, and from Mexico to Colombia and Ecuador. Apparently the first record for Ecuador, if the specimen is correctly placed here.

Aesculaceae

Billia columbiana Planch. & Linden. "Capulí". Medium-sized tree. Wood fairly hard, strong, and durable, used primarily for mine timbers. Wet temperate forest. Cotopaxi: near Macuchi, 6539 (with wood sample), 6549. Guatemala to Venezuela and Ecuador. This sterile material was cited by S. J. Record (20), who examined the wood sample and made the determination with Leon Croizat, as probably the first Ecuadoran record for this species.

Sapindaceae

Allophyllus incanus Radlk. Small tree 8 m. tall and 8 cm. in diameter. Cutover wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6325. Ecuador, known previously from the type collection by Eggers at El Recreo, Manabí.

Allophylus punctatus (Poepp. & Endl.) Radlk. Tree 12 m. tall and 15 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Between Santo

Domingo de los Colorados and Quinindé, 6205. Brazil, Bolivia, Peru, and Ecuador. Reported also from Guatemala.

Cupania cinerea Poepp. & Endl. "Pialde". Tree 20 m. tall and 30 cm. in diameter. Cutover wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6332. Panama to Ecuador and Bolivia. Apparently the first record for Ecuador.

Sapindus saponaria L. ("Wingleaf soapberry"). Tree 9 m. tall and 25 cm. in diameter, planted as an ornamental. Imbabura: Ibarra, Marrero 6138 (planted). Widely distributed in American tropics from West Indies, Florida, and Mexico to South America.

Talisia (?) sp. "Guavalón". Large tree of wet temperate forest. Cotopaxi: near Macuchi, 6546 (with wood sample). This fruiting specimen was doubtfully determined from the wood sample by S. J. Record.

Rhamnaceae

Ziziphus thyrsiflora Benth. "Ebano". Tree 10 m. tall and 30 cm. in diameter, or larger. Common in dry tropical forest. Also in Guayaquil savanna. Guayas: Guayaquil, 6571 (topotype). El Oro: Arenillas, 6700 (with wood sample). Ecuador.

Elaeocarpaceae

Muntingia calabura L. "Niguito". Small tree 10 m. tall and 15 cm. in diameter. Common locally in open areas and secondary forests, wet and dry tropical forest and mountain forest areas. Los Rios: Pichilingue, 6468. Observed also from Esmeraldas to El Oro. West Indies, and from Mexico south to Brazil, Bolivia and Peru.

Sloanea sp. Tree 20 m. tall and 30 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6203. This fruiting specimen may represent an undescribed species.

Vallea stipularis L. f. "Sacha peral". Shrub or small tree 4m. tall and 5 cm. in diameter. Wood good, durable. Common but scattered in paramillo. Pichincha: Quito, 6129. Andes from Venezuela to Ecuador and Bolivia.

Tiliaceae

Apeiba aspera Aubl. "Peine de mono", "peine de mico". Large tree to 35 m. tall and 1m. in diameter. Wood inferior. Common in wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6365; Playa de Oro, 6410 (with wood sample). Costa Rica to Brazil, Bolivia, and Peru.

Belotia australis Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:99, fig. 1. 1948. "Chillarde"; also improperly called "balsa". Tree 18 m. tall or

larger and 35 cm. in diameter. The light-weight wood is sometimes mixed with that of balsa (Ochroma lagopus Sw.) and substituted for the latter. Scattered in cutover wet tropical forest and fields but not common. Esmeraldas: San Lorenzo, 6273 (type collection; with wood sample). Known only from Esmeraldas. A southward extension of the genus to Ecuador.

Heliocarpus popayanensis H.B.K. "Balsa blanca". Tree 15 to 30 m. tall and 40 cm. in diameter. Bark fibrous, used in making rope. Wood whitish, very light in weight, not resistant to decay; used locally for floats, interior trim, and boxes. Sometimes sold along with balsa (Ochroma lagopus) logs. Scattered in cutover mountain and wet tropical forests at elevations of 500 to 1000 meters. Common in openings and clearings and sometimes associated with balsa. Los Rios: east of Quevedo, 6555 (with wood sample). El Oro: Piedras, 6619. Observed also in Bolívar near Bucay. Panamá to Venezuela, Ecuador, and Bolivia.

Bombacaceae

Bombax millei Standl. "Beldaco". Large tree to 25 m. tall and 1 m. in diameter. Moist soil, cutover wet tropical forest. Los Rios: Pichilingue, 6529. Ecuador, known previously from Mille's collection at Guayaquil.

Bombax ruizii K. Schum. "Pasayo". Tree 8 to 15 m. tall and 15 to 40 cm. in diameter. Common in dry tropical forest. Guayas: Guayaquil, 6433, 6586 (topotypes). El Oro: Arenillas, 6711. Ecuador and Peru.

Ceiba pentandra (L.) Gaertn. "Ceiba". Large tree to 40 m. tall and 2m. in diameter. The fruits of this and other species yield the kapok fiber of commerce, which in Ecuador is harvested mainly in the dry forest region. Mountain forest. El Oro: Piedras, 6614, 6676. Widely distributed in tropical America from Mexico southward.

Ceiba trischistandra (A. Gray) Bakh. (Eriodendron trischistandrum A. Gray.) "Ceibo", "ceiba". Large tree 20 m. or more in height and 1.5 m. in diameter. In the dry tropical forest at Guayquil the largest trees are ceibos, apparently this species. They are left after cutting of the forest because the soft wood is not used. Guayas: Guayaquil, 6594. Ecuador and Peru.

Ceiba sp. "Ceibo". Large tree of wet tropical forest. Los Rios: Pichilingue, 6494 (with wood sample; sterile).

Huberodendron sp. "Carré". Large tree, probably 30 m. in height, with straight trunk, easily recognized by the enormous wide buttresses growing to 3 m. in diameter at the base and 3 m. in height in a tree with trunk diameter of only 40 cm. above the buttresses. Wood of medium density, used locally for machete handles, gunstocks, and furniture. Wet tropical forest, observed only at Playa de Oro, where it is common. Esmeraldas: Playa de Oro, 6403, 6414 (both with wood samples). Determined

from wood samples by S. J. Record. Certainly a new species but sterile. Huberodendron Ducke is known from two species; H. swietenoides (Gleas.) Ducke and H. ingens Ducke, both of Amazonas, Brazil. The discovery of a third species in northwestern Ecuador extends the range of the genus to the Pacific side of the Andes.

Matisia alata Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:100, fig. 16. 1948. "Sapote", "sapotillo". Tree 20 m. tall and 20-30 cm. in diameter. It is said that the large, fleshy fruits are edible. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6244 (type collection). Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6197, 6200. Observed also at San Lorenzo. Northwestern Ecuador.

Matisia coloradorum R. Benoist. "Dedo". Tree 15 m. tall and 20 cm. in diameter. Wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6158 (topotype). Known only from the type locality.

Matisia cordata Humb. & Bonpl. "Sapote". Tree to 12 m. tall and 30 cm. in diameter, planted for its edible fruit. Wet tropical forest zone. Los Ríos: Pichilingue, 6456 (planted). Colombia, Ecuador, and Peru.

Matisia grandifolia Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:102, fig. 18. 1948. "Penimón". Small tree 5 m. tall and 5 cm. in diameter, said to become larger. One tree seen in cacao plantation, wet tropical forest area. Pichincha; Santo Domingo de los Colorados, 6146 (type collection). Known only from this collection.

Matisia sp. "Sapotillo", "sapote de montaña". Tree 15 m. tall and 30 cm. in diameter. Edge of stream, mountain forest. El Oro: Piedras, 6617. The sterile specimen is related to M. cordata Humb. & Bonpl. but perhaps is an undescribed species.

Matisia sp. "Sapote de monte". Small tree 8 m. tall and 15 cm. in diameter. Used as living fence. Fruit said to be edible. Wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6161. Sterile, related to M. cordata Humb. & Bonpl.

Ochroma lagopus Sw. (O. grandiflora Rowlee) "Balsa". Large, very rapidly growing tree 20 to 30 m. tall and 0.5 to 1.2 m. in diameter. Wood whitish, soft, not resistant to decay, the lightest of commercial woods. Very common and widely distributed in old fields clearings, and openings, wet tropical forest and mountain forest areas of western Ecuador from Esmeraldas to El Oro at altitudes from sea level to about 1000 meters. Esmeraldas: San Lorenzo, 6319; Borbón, 6419 (with wood sample). Los Rios: Pichilingue, 6473. El Oro: Piedras, 6616. West Indies, and from Mexico to Venezuela, Ecuador, and Bolivia.

The most important commercial timber of Ecuador, balsa was a strategic war material for life rafts, life belts, and similar equipment

and for airplane construction in British mosquito bombers. Used also for insulation material, toys, and light-weight boxes. During the second World War, Ecuador furnished about 95 percent of the balsa wood of commerce.

The Ecuadoran balsa seems referable to the same species as the balsa of the West Indies, as noted by Pierce (15) and Little (10). The species is widely distributed and slightly variable. Though several segregate species have been named from scattered localities, no person distinguishing these segregates has attempted to outline their geographic distribution. O. grandiflora Rowlee was based upon a single specimen collected by Rose at Huigra, Chimborazo.

Ochroma tomentosa Willd. (O. tomentosa var. ibarrensis R. Benoist, Bul. Soc. Bot. France 88:439. 1941). "Ceibo". One tree about 13 m. tall and 1 m. in diameter planted in plaza at Ibarra. Imbabura: Ibarra, Marrero 6137 (planted). Native of upper Magdalena valley, Colombia.

Var. ibarrensis R. Benoist was described from Benoist's specimen from Ibarra, probably from the same tree as Marrero 6137. This variety was distinguished merely by the glabrous upper leaf surface. Marrero 6137 has young leaves densely stellate pubescent on the upper surface but the larger, mature leaves are sparsely stellate pubescent to nearly glabrous above. The under surface remains very densely stellate pubescent at maturity. This tree at Ibarra was mentioned also by M. Acosta Solís (2, 14 (164): #26).

Pachira aquatica Aubl. (Bombax aquaticum (Aubl.) K. Schum). "Sapotolón". Tree 15 m. tall and 40 cm. in diameter, with elongated brown flowers 34 cm. in length. Flood plain forest and wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6335. West Indies, and from southern Mexico to Brazil and Peru. Possibly the first record for Ecuador.

Sterculiaceae

Buettneria glabrescens Benth. Shrub to 5 m. tall, with many stems to 5 cm. in diameter. Common in Guayaquil savanna. Guayas: Guayaquil, 6569 (topotype). Ecuador and Peru.

Guazuma ulmifolia Lam. "Guácimo", "guamo". Spreading tree 10 to 15 m. tall and 30 to 80 cm. in diameter. Common in openings and pastures, wet and dry tropical forest areas. Los Rios: Pichilingue, 6443, 6467. Guayas: Guayaquil, 6434, 6434A. Widely distributed in tropical America from West Indies and Mexico to Brazil and Argentina.

Herrania balaensis Preuss. "Cacao". Shrub or small tree 7 m. tall and 5 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6353. Ecuador, known previously from Eggers' collections at Balao, Guayas.

Theobroma cacao L. "Cacao". Tree 4 to 10 m. tall and 8 to 20 cm. in diameter, cultivated for its seeds, the source of chocolate and cocoa.

Common in cultivation and escaped, wet tropical forest zone. Los Rios: Pichilingue, 6483 (planted). Native in tropical America from Mexico southward and widely planted in the tropics. Formerly Ecuador was the principal producer of this important tree crop, but the witches-broom disease caused production to decline.

Dilleniaceae

Saurauia sp. Small tree 6 to 8 m. tall and 10 to 15 cm. in diameter. Cutover wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6169. Related to S. lehmannii Hieron. and possibly undescribed.

Ochnaceae

Cespedesia spathulata (Ruiz & Pav.) Planch. "Sajo". Tree 15 m. tall and 20 cm. in diameter. Flood plain forest, wet tropical forest zone. Esmeraldas: San Lorenzo, 6357. British Guiana and Brazil to Colombia and Peru. This collection, cited by Dwyer (Lloydia 9:59. 1946), apparently is the first record from western Ecuador and from the Pacific slope.

Ouratea sp. Tree 15 m. tall and 15 cm. in diameter. Mangrove swamp forest, upper level. Esmeraldas: San Lorenzo, 6280. This fruting specimen probably represents an undescribed species and may be the first record of the genus from Ecuador.

Theaceae

Pelliciera rhizophorae Planch. & Triana. "Piñuelo". Small tree 4m. tall and 5 cm. in diameter. The large, hard, woody, 1-seeded fruit is up to 10 cm. long and equally broad. Mangrove swamp forest, at higher levels. Esmeraldas: La Tola, 6423. Along the Pacific coast from Costa Rica to Ecuador. The first record of this monotypic genus for Ecuador and a southward range extension from Colombia.

Guttiferae

Calophyllum longifolium Willd. "María", "bella maría". Tree 12 to 40 m. tall and 30 to 45 cm. in diameter. Heartwood pinkish to deep red, tough and strong, resistant to insects. Used for ship masts, construction, sash, furniture, wheel stock, and fence posts. Common locally in flood plain forest along river banks, wet tropical forest zone. Esmeraldas: between Borbón and Concepción, 6385. Panamá to Peru. Probably the first record for Ecuador.

Chrysochlamys sp. "Aji de monte". Tree 10 m. tall and 10 cm. in diameter. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6151, 6163. Related to C. weberbaueri Engler of Peru.

Clusia plurivalvis Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38: 102, fig. 17. 1948. Common name "lamai", according to Rose. Large, erect, widely

spreading tree 15 m. tall and 30 cm. in diameter. Common in dry mountain forest of ravines. Chimborazo: Huigra, 6768A (type collection; with fruits), 6768 (with staminate flowers), 6768B (with staminate flowers). Known only from the type locality.

Clusia polystigma Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:104, fig. 15. 1948. "Matapalo". Large woody vine 10 m. tall and 10 cm. in diameter, epiphytic on tree of Ficus sp. nov. (6356) left in a clearing, wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6355 (type collection). Known only from this collection.

Clusia sp. Widely spreading tree 15 m. tall and 30 cm. in diameter. Common in the dry mountain forest of ravines at Huigra. Chimborazo: Huigra, 6769. Related to C. multiflora H.B.K., probably undescribed.

Mammea americana L. "Mamey". Large spreading tree 20 m. tall and 50 cm. in diameter. Planted in the tropical zone for its edible fruit. El Oro: Arenillas, 6688 (planted). Widely cultivated in the American tropics and reported to be native of West Indies.

Marila tomentosa Poepp. Tree 15 m. tall and 20 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: near Piedras, 6671. Ecuador and Peru. This collection is the first for Ecuador.

Symphonia globulifera L. f. "Machare". Large tree of forest canopy, very showy because of the large red flowers. Common in the flood plain forest, wet tropical forest zone. Esmeraldas: Borbón, 6370. West Indies and from Guatemala to Brazil, Bolivia, and Peru. Also in western Africa. Apparently new to Ecuador.

Tovomita sphenophylla Diels. Tree 8 m. tall and 5 cm. in diameter. Wet tropical Forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6150 Ecuador, known previously from the type collection at "San Carlos de los Colorados".

Vismia baccifera (L.) Tr. & Planch. "Sangre de gallina". Tree 10 m. tall and 30 cm. in diameter. Common locally in flood plain forest, wet tropical forest zone. Esmeraldas: San Lorenzo, 6274. Colombia and Ecuador. Possibly new to Ecuador.

Vismia obtusa Spruce. "Sangre de gallina". Tree 10 m. tall and 12 to 20 cm. in diameter. Common locally in flood plain forest and in wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6330. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6171. Brazil, Peru, and Ecuador.

Bixaceae

Bixa orellana L. "Achiote". Small tree 10 m. tall and 15 cm. in diameter. The Colorados Indians at Santo Domingo de los Colorados paint their bodies with the orange dye from the pulp around the seeds of this tree. Cultivated in the wet tropical zone. Pichincha: near Santo

Domingo de los Colorados, 6175 (planted). Widely distributed in tropical America from West Indies and Mexico to South America, spread through cultivation.

Cochlospermaceae

Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. "Bototillo", "bototito", "poloporo". Tree to 15 m. tall and 30 cm. in diameter, bearing showy yellow flowers when leafless in the dry season. The soft, light-weight wood is not durable and not used. Very common in the dry tropical forest, especially after cutting of the more useful tree species. Guayas: Guayaquil, 6427. El Oro: Arenillas, 6706. Widely distributed in tropical America from West Indies and Mexico to Brazil and Argentina.

Violaceae

Gloeospermum sphaerocarpum Tr. & Planch. "Naranjilla de monte". Small tree to 12 m. tall and 20 cm. in diameter. Common locally in understory of wet tropical forest. Los Rios: Pichilingue, 6438, 6528. Probably the same species was observed near Piedras, El Oro, where it was called "limoncillo". Brazil to Colombia and Peru. Apparently the first record from Ecuador and the Pacific side of the Andes.

Flacourtiaceae

Banara guianensis Aubl. "Gualpeté". "salvaleta". Tree 7 to 15 m. tall and 10 to 20 cm. in diameter. Common locally in cutover wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6310, 6333. Costa Rica to Guianas, Brazil, Bolivia, and Peru.

Banara mollis (Poepp. & Endl.) Tul. (B. guianensis Aubl. var. mollis (Poepp. & Endl.) Eichler). Shrub or small tree to 6 m. tall and 8 cm. in diameter. Cutover wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6168. Colombia to Brazil, Bolivia, and Peru. Possibly unreported before from Ecuador.

Casearia aculeata Jacq. var. tafallana (Eichler) Macbr., Field Mus. Bot. 13, pt. 4, no. 1:40. 1941. "Clavillo". Small spreading tree 6 m. tall and 12 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6709. The species is widely distributed from West Indies and southern Mexico south to Brazil and Peru. Var. tafallana was described from Guayaquil.

Casearea sylvestris Sw. Small tree 6 m. high and 10 cm. in diameter Clearing in wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6342. Widely distributed in American tropics from West Indies and Mexico to Brazil and Argentina.

Casearea sp. Small tree to 7 m. tall and 8 cm. in diameter. Cutover wet tropical forest. Esmeraldas San Lorenzo, 6343 (in fruit).

Hasseltia floribunda H.B.K. Small tree 6 m. tall and 10 cm. in diameter. Cutover wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6326. Nicaragua to Ecuador.

Laetia procera (Poepp. & Endl.) Eichler. "Martelo". Tree 20 m. tall and 20 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6322. West Indies, and northern South America from Guianas and Brazil to Ecuador and Peru. Possibly new to Ecuador and to the Pacific slope.

Lunania parviflora Spruce. Tree 15 m. tall and 15 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6202. Brazil, Bolivia, Peru, and Ecuador. Apparently the first collection in Ecuador and on the Pacific slope.

Neosprucea pedicellata Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:104, fig. 13. 1948. Small tree 10 m. tall and 20 cm. in diameter, wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6152 (type collection). A range extension of the genus to Ecuador and possibly the first record on the Pacific slope. This genus previously was known from a single species, N. grandiflora (Spruce) Sleumer, of Amazonian Brazil, Colombia, and Peru.

Tetrathylacium macrophyllum Poepp. & Endl. Tree 15 m. tall and 10 cm. in diameter. Common locally in wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6314. Brazil to Colombia and Peru. Possibly the first record for Ecuador and for the Pacific slope.

Cactaceae

Cereus cartwrightianus (Britton & Rose) Werf. (?) (Lemaireocereus cartwrightianus Britton & Rose) "Cardo". Columnar, branched, tree cactus to 8 m. tall and 15 cm. in diameter. Common locally but scattered in dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6724 (sterile). Southwestern Ecuador (Guayas and El Oro) and adjacent Peru.

Thymelaeaceae

Daphnopsis loranthifolia Standl. Shrub or small tree 5 m. tall and 8 cm. in diameter. Semi-arid shrub type. Chimborazo: Huigra, 6765. Ecuador, previously known from the type collection in the Western Cordillera by Rimbach.

Lecythidaceae

Eschweilera (?) sp. "teteguasca". Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6238.

Gries tessmannii R. Knuth. "Soda", "llanero". Tree 12 m. tall and 15 to 20 cm. in diameter. Wood used for construction inside houses. Wet

tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6239. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6142. Ecuador and Peru.

Rhizophoraceae

Cassipourea sp. "Calabasillo". Small tree 8 m. tall and 10 cm. in diameter. River bank, mangrove swamp forest. Esmeraldas: Pampa de Oro, 6364. Probably the first record of the genus in Ecuador and perhaps an undescribed species.

Rhizophora mangle L. "Mangle", "mangle colorado", "mangle injerto", "mangle de concha", "mangle pecho de pava" ("mangrove"). Large tree to 38 m. tall and 30 to 70 cm. in diameter, with aerial, branching prop roots 3 to 5 m. high, forming arches in all directions. Wood reddish brown, very hard and heavy, strong and very durable, used for shipbuilding, house construction, piling, railroad ties, posts, charcoal, and fuel. The bark is used locally for tanning and dyeing.

Abundant in the mangrove swamp forest on silt shores of salt and brackish water at sea level along the Pacific coast. Esmeraldas: San Lorenzo, 6282, 6284, 6285, 6336, 6337, 6362 (all except 6285 and 6362 with wood samples). Northern Esmeraldas is one of the areas where this widespread species has its best development and largest size, making up 95 percent of the stand. Observed also at Guayaquil and at Puerto Bolívar, El Oro. The distribution of this species in Ecuador's four coastal provinces was mapped by Wolf (27). Widely distributed on Atlantic and Pacific coasts of tropical America from Bermuda Islands, West Indies, southern Florida and Mexico south to Brazil and northwestern Peru. The Pacific coast form, also in Melanesia and Polynesia, has been segregated as Rhizophora samoensis (Hookr.) Salvoza.

Different common names are applied to Esmeraldas to distinguish variations based upon size and bark characteristics. The name "mangle pecho de pava" is given to small, probably young, trees 5 to 7 m. tall in groves at the water's edge. The large, erect trees forming extensive mangrove forests along the shore or back of the first type are known as "mangle injerto". This form has relatively smooth dark bark. A rare type among the large trees, called "mangle de concha", has rough, deeply fissured bark with a pattern of irregular plates 2 to 4 cm. wide and 7 to 12 cm. long. Local persons believe it has more durable wood.

Combretaceae

Conocarpus erectus L. "Mangle jelí", "jelo" ("button-mangrove"). Small tree to 6 m. tall and 10 cm. in diameter or becoming larger. Mangrove swamp forest, uncommon. Esmeraldas: San Lorenzo, 6347. Coasts of tropical America from West Indies, southern Florida, and Mexico to Brazil and Ecuador and in western Africa. This species occurs at Guayaquil and probably reaches its southern limit near the Peruvian border.

Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f. "Mangle blanco" (white-mangrove"). Small tree to 8 m. tall and 10 to 20 cm. in diameter. Uncommon in mangrove swamp forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6286. Observed also at Guayaquil. Coasts of tropical America from West Indies, southern Florida, and Mexico to South America, and in western Africa. On the Pacific coast it extends south to northwestern Peru.

Terminalia amazonia (J.F. Gmel.) Excell. "Roble", "roble de Esmeraldas". Large tree to 45 m. tall and 1 m. or more in diameter. Wood moderately hard and heavy, stiff and strong, and of medium durability. Used for construction of buildings, ships, piers, and bridges. Sprouts readily from stumps. Wet tropical forest in Esmeraldas. Esmeraldas: Quinindé, 6256, 6267, 6268 (all with wood samples). Southern Mexico to the Guianas, Brazil, and Peru. Apparently new to Ecuador.

Terminalia catappa L. "Almendro" ("Indian-almond"). Cultivated tree, with edible seeds, wet tropical zone. Los Rios: Pichilingue, 6472 (planted). Native of East Indies and Oceania and widely grown in the tropics.

Myrtaceae

Calyptranthes sp. "Limoncillo". Tree 6 to 10 m. tall and 10 cm. in diameter. Understory of wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6373.

Eucalyptus globulus Labill. "Eucalipto" ("Tasmanian blue eucalyptus", "Tasmanian blue-gum"). Tall tree 15 to 30 m. in height with straight trunk 0.3 to 1.5 m. in diameter and narrow crown. Wood hard, strong, and heavy but tends to warp and twist in seasoning and is not durable where exposed to weather. Used for general construction, framing, sash, trim, flooring, crossties, laders, boxes, posts, beams, fuel wood, and charcoal. Important as the chief source of fuel in the Andean plateau, where it also is planted as an ornamental. The oil extracted from the leaves is used in medicine. Pichincha: Quito, 6109 (planted). Native of Tasmania but common in cultivation from Florida, California, and Mexico southward through the Andes of South America to Argentina and in the Old World. Planting of this exotic in Ecuador has been discussed by Marrero (14).

Eugenia hallii Berg. "Arrayán". Small tree 5 m. tall and 10 cm. in diameter, paramillo zone. Pichincha: Quito, 6104 (topotype). Ecuador.

Myrcia sp. "Borazón". Small tree 5 m. tall and 8 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Playa de Oro, 6417. Related to M. acuminata Berg.

Myrcia sp. Small tree 7 m. tall and 8 cm. in diameter. Upper level of mangrove swamp forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6279.

Psidium guajava L. "Guayaba" ("common guava"). Small spreading tree 5 to 8m. tall and 8 to 20 cm. in diameter. Common as a cultivated and naturalized fruit tree in the tropical zone of western Ecuador. Chimborazo: Huigra, 6778. Native of tropical America and cultivated and naturalized from West Indies, Florida, and Mexico to South America and in the Old World.

Psidium sp. "Guayaba de palo". Tree 8 m. tall and 30 cm. in diameter. Cultivated for its fruit in wet tropical forest zone. Esmeraldas: Borbón, 6384. Los Rios: Pichilingue, 6525.

Syzygium jambos (L.) Alston. (Eugenia jambos L.) "Poma rosa" ("rose-apple"). Cultivated for its fruit in wet tropical forest zone. Los Rios: east of Quevedo, 6554 (planted). Native of southeastern Asia but widely cultivated and naturalized in tropical Regions.

Several specimens of Myrtaceae were not determined to genus. These specimens are listed below under their common names. The common name "arrayán" is applied to medium-sized trees having woods that are hard, heavy, strong, tough, and durable. Specimens of three species of "arrayán" were collected: Esmeraldas: Playa de Oro, wet tropical forest, 6407. Cotopaxi: near Macuchi, wet temperate forest, 6540 (with wood sample). El Oro: Arenillas, dry tropical forest, 6722, 6722A.

"Cacho de toro". Tree to 7 m. tall and 10 cm. in diameter, or larger. Common locally in understory of mountain forest. El Oro: near Piedras, 6667, 6667A.

"Coquito". Tree 8 m. tall and 8 cm. in diameter, or larger. Wood hard and heavy, tough and stringy, rather durable, similar to hickory, used for mine timbers, handles, and agricultural implements. Wet tropical forest. Los Rios: Pichilingue, 6514 (with wood sample).

Melastomaceae

Bellucia grossularioides (L.) Triana. "Coronillo". Small tree 6 to 10 m. tall and 15 cm. in diameter. Scattered to common in clearings and cutover wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6270. Guatemala to Guianas, Brazil, Bolivia, and Peru. Apparently the first record from Ecuador and from the Pacific slope of the Andes.

Blakea subconnata Berg. Shrub or small tree 4 m. tall and 6 cm. in diameter. Cutover wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de Los Colorados, 6167. Colombia and Ecuador.

Conostegia centronioides Markgr. Small tree 6 m. tall and 8 cm. in diameter. Common locally in wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6215. Ecuador, known previously from the type collection at "San Carlos de los Colorados".

Conostegia cuatrecasii Gleas., Bul. Torr. Bot. Club 72:473. 1945. Small tree 8 m. tall and 8 cm. in diameter. Common in understory of wet tropical forest. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6183. Bolivar: near Bucay, 6736. Recently described from Colombia and now extended to central Ecuador.

Henriettella sylvestris Gleas. (Henriettea sylvestris (Gleas.) Macbr.) "Mora". Tree 12 m. tall and 15 cm. in diameter. Cutover wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6359. Brazil, Colombia, Peru, and Ecuador. Apparently the first record in Ecuador and west of the Andes.

Miconia calvescens DC. Tree 15 m. tall and 10 cm. in diameter. Common locally in understory of wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6306. Southern Mexico to Brazil and Argentina.

Miconia caudata (Bonpl.) DC. Small tree 10 m. tall and 10 cm. in diameter. Esmeraldas: Quinindé, 6249. Common locally in wet tropical forest. Colombia and Ecuador. Possibly new to Ecuador.

Miconia centronioides Gleas., Bul. Torr. Bot. Club 72:475. 1945. "Cascagero". Tree 20 m. tall and 40 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Playa de Oro, 6406. Recently described from southwestern Colombia and now recorded from Ecuador.

Miconia lasiocalyx Cogn. "Colcha". Common locally in wet temperate forest. Cotopaxi: near Machuchi, 6547. Bolivia, Peru, and Ecuador. Perhaps the first record for Ecuador and the Pacific slope.

Miconia prasina (Swartz) DC. Tree 25 m. tall and 30 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Playa de Oro, 6401. West Indies and southern Mexico south to Paraguay.

Miconia sp. Small tree 6 to 9 m. tall and 6 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6252.

Miconia (?) sp. "Colcha". Small tree 6 m. tall and 7 cm. in diameter. Wet tropical forest. Pichincha: near Santo Domingo de los Colorados, 6177.

Miconia (?) sp. Small tree 8 m. tall and 8 cm. in diameter. Dry mountain forest in ravines. Chimborazo: Huigra, 6773. Probably Miconia Sect. IX.

Ossaea micrantha (Swartz) Macfad. Shrub or small tree to 5 m. tall and 5 cm. in diameter. Wet tropical and mountain forests. Pichincha Santo Domingo de los Colorados, 6166. El Oro: near Piedras, 6679. West Indies and southern Mexico to Peru.

The following incomplete specimens were not determined to genus:

"Coronillo". Tree to 12 m. tall and 15 cm. in diameter. Common locally in understory of wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6223.

"Mora". Tree to 15 m. tall and 20 cm. in diameter, with edible fruit. Esmeraldas: Borbón, 6380 (with wood sample).

Araliaceae

Oreopanax ecuadorensis Seem. "Pumamaquí". Small tree 6 to 8 m. tall and 10 to 20 cm. in diameter. Scattered or common in ravines and slopes, paramillo zone. Pichincha: Quito, 6101. Andean plateau of Ecuador.

Theophrastaceae

Jaquinia pubescens H.B.K. (J. sprucei Mez.) "Barbasco de agua salada", "barbasco". Tree 6 to 15 m. tall and 20 to 40 cm. in diameter. The seeds are used as fish poison. Common in dry tropical forest. Guayas: Bajada, 6754. El Oro: Arenillas, 6699, 6699A. Ecuador and Peru.

Myrsinaceae

Ardisia compressa H. B. K. "Arrayán de montaña". Mountain forest. El Oro: Piedras, 6636. Mexico to Venezuela and Ecuador. Possibly the first record for Ecuador.

Rapanea andina Mez. "Samil". Shrub 2.5 m. tall and 3 cm. in diameter. Paramillo. Cotopaxi: Cotopaxi (3,600 m.), Marrero 6732. Ecuador and Peru.

"Samil colorado". Tree of wet temperate forest. Cotopaxi: near Macuchi, 6542 (with wood sample). The sterile specimen was not named to genus, but the wood sample was referred to this family by S. J. Record.

Sapotaceae

Calocarpum sapota (Jacq.) Merr. (C. mammosum (L.) Pierre, Pouteria mammosa (L.) Cronq., Lloydia 9:287. 1946). "Mamey" ("sapote"). Large tree to 25 m. tall and 60 cm. in diameter, planted for its edible fruit. Wet tropical forest zone. Los Rios: Pichilingue, 6532. Widely cultivated in tropical America from West Indies and southern Mexico to northern South America. Native distribution uncertain.

Chrysophyllum auratum Miq. "Caimitillo". Tree 25 m. tall and 30 cm. in diameter. Fruit edible, and wood used for charcoal. Wet tropical forest zone. Esmeraldas: Playa de Oro, 6408. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6144. Guianas and Brazil to Colombia and Peru.

Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk. "Cauje". Tree 10 m. tall and 25 cm. in diameter. Planted in the tropical zone for its edible fruit. Los Rios: Pichilingue, 6471 (planted). Panama to Brazil and Peru.

Pouteria sp. "Calabasillo". Tree 25 m. tall and 30 cm. in diameter Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6227. Perhaps an undescribed species related to P. campechiana (H.B.K.) Baehni, of southern Mexico and Central America.

Pouteria sp. "Mamey". Large tree 25 m. tall and 45 cm. in diameter. Common locally in wet tropical forest zone. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6189. Apparently an undescribed species of Section Rivicoa, but the specimen is poor.

Pouteria sp. "Logma". Tree 10 m. tall and 30 cm. in diameter. Cultivated for its edible fruit in mountain zone. Cotopaxi: Macuchi, 6552 (planted).

Pouteria sp. "Cauje", "cocacoca". Large tree 20 m. tall and 20 to 50 cm. in diameter. Wood used for lumber. Mountain forest. El Oro: Piedras, 6599, 6612 (with wood sample), 6628. The specimens were sterile.

Pouteria (?) sp. "Colorado", "bejuquillo". Tree 8 to 12 m. or more in height and 15 to 30 cm. in diameter. Heartwood grayish old-rose, medium hard, strong. Dry tropical forest. Guayas: Guayaquil, 6436, 6592, El Oro: Arenillas, 6715 (with wood sample). The specimens were sterile.

Pouteria (?) sp. "Tillo". Large tree 25 m. tall and 30 cm. in diameter. Mountain forest. El Oro: Piedras, 6606 (sterile; with wood sample).

Pradosia (?) sp. "Palo de rosa". Tree 20 m. tall and 30 cm. in diameter. Wood reddish, strong, durable, used in construction of houses. Mountain forest. El Oro: Piedras, 6629 (sterile; with wood sample).

Symplocaceae

Symplocos ecuadorensis Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:105, fig. 11. 1948. Tree 15 m. tall and 20 cm. in diameter. Two trees were seen in a pasture, cleared wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6349 (type collection). Ecuador, known only from the type locality.

Loganiaceae

Buddleia pichinchensis H.B.K. "Quishuar". Shrub 3 m. tall and 5 cm. in diameter. Common locally in paramillo and planted. Cotopaxi: Cotopaxi (3,600 m.), Marrero 6730 (planted). Andes of Ecuador.

Apocynaceae

Aspidosperma elatum Little, Jour. Wash. Acad. Sci. 38:105, fig. 19. 1948. "Naranjo de monte". Large tree to 35 m. tall and 1 m. in diameter, with very distinctive, fluted and grooved trunk. Wet tropical forest. Los Rios: Pichilingue, 6517 (type collection). Ecuador, known only from the type collection. This is the second species of Aspidosperma recorded from Ecuador.

Peschiera psychotrifolia (H.B.K.) Miers (?). Small tree 6 m. tall and 10 cm. in diameter, wet tropical forest. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6199. Brazil to Venezuela and Colombia.

Stemmadenia obovata (Hook. & Arn.) K. Schum. var. mollis (Benth.) Woodson. "Suche silvestre". Shrub or small tree to 6 m. tall and 10 cm. in diameter. Common in dry tropical forest. Guayas: Guayaquil, 6430 (topotype). Southern Mexico and Central America, in southwestern Ecuador, and in Bolivia. A disjunct species of arid tropical America.

Thevetia peruviana (Pers.) K. Schum. "Suche". Small tree 8 m. tall and 10 cm. in diameter. Planted around houses in the dry tropical zone. Guayas: Bajada, 6762 (planted). Widely distributed in tropical America, probably spread by cultivation.

Vallesia glabra (Cav.) Link. "Perlillo". Shrub or small tree to 5 m. tall and 5 to 15 cm. in diameter. Seed reputedly used in medicine for malaria. Planted in the dry tropical zone. Guayas: Bajada, 6762A (planted). Mexico to Bolivia and Argentina.

Boraginaceae

Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Cham. "Laurel negro", laurel", "laurel prieto", and "laurel macho". Small to large tree 10 to 45 m. tall and 20 to 70 cm. in diameter. Wood medium to light in density, of medium hardness, strong, fairly durable. Used for furniture, planking in vessels, paneling, and interior finishing. Widely distributed and common in wet and dry tropical forests and mountain forest, especially cutover areas and clearings. Esmeraldas: San Lorenzo, 6358; Quinindé, 6269 (with wood sample). Los Rios: Pichilingue, 6448, 6451 (both with wood samples), 6486. Guayas: Guayaquil, 6428, 6574, 6751; Bajada, 6752. El Oro: near Piedras, 6664. West Indies, and from Mexico south to Brazil, Bolivia, and Peru.

Cordia eriostigma Pittier. "Tutumbe". Large tree 15 to 30 m. tall and 25 to 45 cm. in diameter. Wet tropical and mountain forests. Los Rios: Pichilingue, 6454, 6509. El Oro: Piedras, 6611. Colombia and Ecuador. New to Ecuador.

Cordia lutea Lam. "Muyuyo", "muyuyu". Small tree to 7 m. tall and 15 to 25 cm. in diameter. Used as a living fence and planted around

houses. Common locally in cutover dry and wet tropical forests and mountain forest. Los Rios: Pichilingue, 6524. Guayas: Guayaquil, 6583; Bajada, 6753. El Oro: near Piedras, 6662. Colombia, Ecuador (including Galapagos Islands), and Peru.

Cordia macrantha Chod. "Laurel". Tree 10 m. tall and 20 cm. in diameter, with narrow crown. Very showy with many large white flowers, turning brown. Several trees were seen in the dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6708. Known previously only from the type collection from "Guayaquil" in the herbarium of Ruiz and Pavon. Apparently a rare and local endemic of the dry tropical forest area of southwestern Ecuador, as it is too conspicuous when in flower to be overlooked by collectors.

Cordia panamensis Riley. "Quitasol". Small tree 5 to 10 m. tall and 15 to 20 cm. in diameter. Common locally in cleared and cutover wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6287, 6345. Guayas: Guayaquil, 6435 (?). Salvador to Ecuador. Possibly new to Ecuador.

Cordia scaberrima H.B.K. Shrub or small tree to 4 m. tall and 5 cm. in diameter. Common but scattered in paramillo. Pichincha: Quito, 6130. Ecuador and Peru.

Cordia toqueve Aubl. "Tutumbe". Tree 15 m. tall and 35 cm. in diameter. Wet and dry tropical forest areas. Los Rios: Pichilingue, 6490 (with wood sample). Costa Rica to Venezuela, Brazil, and Peru. Possibly new to Ecuador.

Cordia sp. ined. Small tree 6 m. tall and 8 cm. in diameter. Wet tropical forest area. Pichincha: near Santo Domingo de los Colorados, 6176.

Verbenaceae

Aegiphila alba Moldenke. "Margarita", "lulu", "masamoro", "savaluca", "savaluca de montaña". Small to large tree 8 to 20 m. tall and 15 to 30 cm. in diameter. Common, especially in cutover areas, wet tropical forest and mountain forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6331. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6154. Los Rios: Pichilingue, 6439. El Oro: near Piedras, 6675. Widely distributed in western Ecuador. Known previously from collections in Los Rios and Guayas.

Aegiphila glomerata Benth. "Palo flojo". Small tree 5 to 12 m. tall and 10 to 15 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6693, 6693A, 6696. Ecuador, previously regarded by Moldenke as endemic to Manabí (Brittonia 1: 438-440. 1934). No. 6693 represents the first fruiting collection known, according to Moldenke (Phytologia 2:394. 1947).

Avicennia nitida Jacq. "Mangle iguanero" ("black-mangrove"). Tree 8 to 20 m. tall and 10 to 40 cm. in diameter. Mangrove swamp forest, uncommon. Esmeraldas: San Lorenzo, 6363. Guayas: Guayaquil, 6750. Widely distributed on coasts of tropical America from West Indies, Florida to Texas and Mexico, south to Ecuador. Also in Africa.

Citharexylum ilicifolium H.B.K. "Casanta". Large shrub 3 to 5 m. tall, with several stems 5 cm. in diameter. Paramillo zone. Pichincha: Quito, 6105.

Citharexylum poeppigii Walp. var. margaritaceum Poepp. & Moldenke. "Nacedera". Small tree 6 m. tall and 10 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6383. The species is from Brazil, and the variety, described from Amazonian Peru, is now recorded from Ecuador and the Pacific slope.

Cornutia australis Moldenke var. occidentalis Moldenke, Castanea 10:45. 1945. Small tree 6 m. tall, with several stems 6 cm. in diameter. One tree in pasture, cutover dry tropical forest. Guayas: 7 km. west of Guayaquil, 6581 (type collection). The species was described from Minas Geraes, Brazil, and this Ecuadoran collection has been named as a new variety.

Cornutia microcalycina (Pav.) Moldenke var. pulverulenta Moldenke. Small tree 6 to 8 m. tall and 12 cm. in diameter. Common locally in pasture, cleared wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6291. This variety ranges from Panama to Ecuador, and the species, inclusive of varieties, from Costa Rica to Peru.

Vitex gigantea H.B.K. "Pechiche". Large tree to 30 m. tall and 80 cm. in diameter. Wood moderately hard and heavy, strong but somewhat brittle, durable, used for exposed construction, decking for ships and bridges, and crossties. The fruits are edible but bitter. Wet and dry tropical forests and mountain forest. Los Rios: Pichilingue, 6504, (with wood sample). El Oro: Piedras, 6634 (with wood sample). Brazil to Colombia and Ecuador.

Solanaceae

Acnistus arborescens (Torner) Schlecht. "Cojojo". Small tree to 8 m. tall and 15 cm. in diameter. Common locally in wet tropical forest area. Los Rios: Pichilingue, 6523. West Indies, and from Guatemala to Brazil and Peru.

Capsicum sp. Large shrub or small tree 4 m. tall and 5 cm. in diameter. Wet tropical forest. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6193.

Cestrum racemosum Ruiz & Pav. "Clavo", "sauco de montaña". Tree 6 to 10 m. tall and 5 to 20 cm. in diameter. Wet tropical forest and

mountain forest. Esmeraldas: Quinindé, 6217. El Oro: near Piedras, 6663. This species with varieties extends from Central America to Venezuela, Peru, and Bolivia.

Cyphomandra betacea (Cav.) Sendth. (C. crassifolia (Ortega) Kuntze.) "Bavaco de montaña". Small tree to 8 m. tall and 10 cm. in diameter. Common locally in openings, wet tropical forest and mountain forest. Pichincha: near Santo Domingo de los Colorados, 6173. Seen also near Piedras, El Oro. Venezuela to Ecuador and Bolivia and spread elsewhere by cultivation.

Sessea crassivenosa Bitter. "Platuquero". Tree 9 m. tall and 30 cm. in diameter. Wood white, fine grained, easily worked, used for carving and small articles. Paramillo. Cotopaxi: Cotopaxi (3,600 m.), Marrero 6731. Colombia and Ecuador.

Solanum crinitipes Dunal. Shrub or small tree to 4 m. tall and 10 cm. in diameter. Paramillo. Pichincha: Quito, 6102 (topotype). Ecuador.

Solanum lepidotum Humb. & Bonpl. Small tree or large shrub 5 to 8m. tall and 8 cm. in diameter. Common locally in understory of wet tropical forest. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6188. Colombia and Ecuador.

Solanum longevirgatum Bitter. Small tree 6 m. tall and 7 cm. in diameter. Common locally in wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6225. Colombia and Ecuador.

Solanum sp. Small tree 5 m. tall and 6 cm. in diameter. Wet tropical forest zone. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6180.

Scrophulariaceae

Dermatocalyx panduratus Moldenke, Phytologia 2:131. 1946. "matapalo". Small tree 8 m. tall and 7 cm. or more in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6317, (type collection). This new species is a very distinct second species of Dermatocalyx and the first record of the genus from South America. The other species, D. parviflorus Oerst., is distributed from British Honduras and Guatemala to Panama.

Bignoniaceae

Delostoma roseum (Karst. & Triana) Jackson, Index Kew. 1:576. 1893. Tree 10 m. tall and 15 cm. in diameter, with showy pinkish flowers, planted as an ornamental in the Andean plateau at Quito. Pichincha: Quito, 6120 (planted). Colombia and Ecuador. The combination cited above is earlier than that commonly cited: D. roseum (Karst. & Triana) K. Schum. in Engl. & Prantl. Naturl. Pflanzenfam. IV. 3b: 239. 1894.

Enallagma latifolia (Mill.) Small. (Crescentia latifolia Mill.) "Calabasillo". Small tree 5 m. tall and 6 cm. in diameter. Edge of river, flood plain, wet tropical forest at sea level. Esmeraldas: San Lorenzo, 6339. West Indies, southern Florida, and from southern Mexico to Venezuela and Ecuador. A southward range extension from Colombia to northwestern Ecuador.

Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nicholson. "Guayacán". Large tree, 15 to 21 m. tall and 30 to 50 (rarely 70) cm. in diameter, with showy yellow flowers when leafless in the dry season. Heartwood olive brown to nearly black, very dense, very hard, and very durable, resisting both termites and marine borers. Used for crossties, shipbuilding, and posts. A common and characteristic species of the dry tropical forest; also in mountain forest. Guayas: Guayaquil, 6432, 6584; Bajada, 6758. El Oro: Piedras, 6631 (with wood sample). Mexico to Colombia, Venezuela, and Ecuador. The disjunct Ecuadoran material may be distinct.

Tabebuia ecuadorensis Standl. "Madera negra". Tree 6 m. tall and 30 cm. in diameter. Heartwood chocolate brown to nearly black, very dense and hard, very durable. Used for shipbuilding, pulley wheels, veneer, furniture, turnery, and small wooden articles. Savanna and dry forest. Guayas: Guayaquil, 6568 (topotype). Southwestern Ecuador.

Tabebuia sp. "Guayacán", "guayacán boqueño". Large tree to 31 m. tall and 40 cm. in diameter. Wood used as in T. chrysantha. Wet tropical forest, rare near settlements because of cutting. Esmeraldas: Quinindé, 6211 (with wood sample). This sterile material possibly represents an undescribed species.

Tecoma castanifolia (D. Don) Melch., Ber. Deut. Bot. Gesell. 59:26. 1941. (T. guadichaudi DC.) "Muyuyo de montaña". Small tree to 7 m. tall and 12 cm. in diameter. Dry tropical forest. Guayas: Guayaquil, 6745, (topotype). Observed also at Bajada, Guayas. Ecuador.

Tecoma stans (L.) H.B.K. var. velutina DC. (T. mollis H.B.K.) "Cholán". Small tree 6 m. tall and 15 cm. in diameter, planted as an ornamental in the Andean plateau. Pichincha: Quito, 6117 (planted). This species is widely distributed in tropical America from southwestern United States and Mexico to Argentina and var. velutina especially from Colombia to Bolivia.

Rubiaceae

The family Rubiaceae is well represented by shrubs and small trees in the understory of the wet tropical and temperate forests of Ecuador. The specimens of 21 species reaching tree size were determined by Paul C. Standley. These include three new species, one each in Faramea, Guettarda, and Sickingia, the names of which will be published elsewhere. One genus, Sommera, and seven species were not listed from Ecuador in

the monograph by Standley (23). Several other collections may be range extensions within the country.

Alseis eggersii Standl. "Palo de vaca". Tree 20 m. tall and 25 cm. in diameter. The yellow heartwood, which takes a high polish, is valued for furniture and inlays and used for small wooden articles and turnery. Dry tropical forest and mountain forest. El Oro: Piedras, 6601 (with wood sample). Seen also at Arenillas, El Oro. Ecuador, known previously from Eggers' type collection at El Recreo, Manabí.

Anisomeris ecuadorensis K. Schum. & K. Krause. "Cereza de montaña". Small tree to 7 m. tall and 15 cm. in diameter. Understory of mountain forest. El Oro: Piedras, 6637, 6681. Ecuador, known previously from Eggers' collections at El Recreo, Manabí.

Cinchona pubescens Vahl. "Cascarilla". Medium-sized tree of wet temperate forest. Cotopaxi: near Macuchi, 6550 (with wood sample). Costa Rica, and from Venezuela and Colombia to Bolivia. The bark of this and of other native species, such as C. officinalis and C. pitayensis, is the source of quinine, first developed as a cure for malaria at Loja, Ecuador. During the late war large quantities of wild cinchona bark were exported to the United States for this purpose. Cinchona, or "quina", is the national plant of Ecuador.

Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum. "Gallito". Small tree to 10 m. tall and 15 cm. in diameter. Understory of wet tropical forest and mountain forest. Esmeraldas: Quinindé, 6250. El Oro: Piedras, 6624. Widely distributed in tropical America from southern Mexico to Brazil, Argentina, and Peru. Probably new to Ecuador.

Faramea occidentalis (L.) A. Rich. "Júјamo", "cafetillo de monte". Small tree 5 to 10 m. tall and 8 cm. in diameter, or larger. Wood hard, strong, used in construction. Understory of wet tropical forest and mountain forest. Los Rios: Pichilingue, 6476. El Oro: Piedras, 6633. Widely distributed in West Indies and from southern Mexico to Venezuela and Peru. Perhaps new to Ecuador.

Faramea sp. nov. "Clavo". Small tree 7 m. tall and 7 cm. in diameter, said to become larger. Edge of forest and clearing, wet tropical forest zone. Esmeraldas: Borbón, 6377.

Genipa caruto H.B.K. (G. americana L. var. caruto (H.B.K.) K. Schum.) "Jagua", "jagua de comer". Large tree 20 m. tall and 25 cm. in diameter. Wood hard and heavy, strong, tough, but not durable. Fruit edible. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6251. One tree, possibly planted, was seen at Quevedo, Los Ríos. Widely distributed in tropical America from Mexico to Brazil and Bolivia. Possibly the first record for Ecuador.

Gonzalagunia cornifolia (H.B.K.) Standl. Small tree to 7 m. tall and 10 cm. in diameter. Understory of wet tropical forest. Pichincha: between Santo Domingo de los Colorados and Quinindé, 6179. Bolívar: near Bucay, 6743. Common at Quinindé, Esmeraldas. Colombia to Peru.

Guettarda sp. nov. Small spreading tree 7 m. tall and 20 cm. in diameter. Dry tropical forest. El Oro: Arenillas, 6720.

Hamelia macrantha Little, nom nov. Hamelia grandiflora Spruce ex Wernham, Jour. Bot. 49:209. 1911. Non H. grandiflora L'Hér. Sert. Angl. 4, pl. 7. 1788. "Laurel de montaña". Small tree 7 to 8 m. tall and 5 to 15 cm. in diameter. Abundant locally in understory of mountain forest. El Oro: Piedras, 6678. Ecuador, the type collected by Spruce in Chimborazo.

Isertia pittieri (Standl.) Standl. "Masamoro". Shrub or small tree 8 to 12 m. tall and 8 to 20 cm. in diameter. Common in a pasture and open cutover wet tropical forest. Esmeraldas: San Lorenzo, 6324. Southwestern Colombia and northwestern Ecuador. Apparently the first collection in Ecuador, though a slightly later collection from Imbabura has since been reported by Steere (Bul. Torr. Bot. Club 72:305. 1945).

Ladenbergia pavonii (Lamb.) Standl. Tree 15 m. tall and 30cm. in diameter. Along small stream, wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6141. Ecuador. Standley (23, p. 201) cited only the type, collected at Loja, Cuenca, by Pavón.

Palicourea macrophylla (H.B.K.) Standl. "Flor de mayo", "aji de monte". Small tree 6 to 10 m. tall and 8 to 15 cm. in diameter. Common locally in understory of wet tropical forest. Esmeraldas: Borbón, 6368. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6164. British Guiana and Venezuela to Brazil, Bolivia, and Peru. Perhaps new to Ecuador.

Palicourea sp. Small tree 6 m. tall and 8 cm. in diameter. Common locally in understory of wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6165. The specimen was too poor for specific determination.

Pentagonia orthoneura Standl. "Mimbrillo". Tree 6 to 12 m. tall and 15 to 25 cm. in diameter. Wet tropical forest and mountain forest, probably uncommon. Los Rios: Pichilingue, 6447. El Oro: Piedras, 6618. Ecuador, known previously from the type collection at the foot of Mount Chimborazo by Spruce.

Psychotria alba Ruiz & Pav. Shrub or small tree. Wet tropical forest. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6149. Widely distributed from Guatemala to Venezuela, Brazil, Bolivia, and Peru.

Psychotria grandis Sw. "Perlilla". Small tree to 5 m. tall and 8 cm. in diameter. Common locally in understory, mountain forest. El Oro: Piedras, 6635. West Indies, and from Guatemala to Venezuela and Ecuador. Perhaps new to Ecuador.

Randia armata (Sw.) DC. "Crucita". Spiny shrub or small tree to 6 m. tall and 8 cm. in diameter. Wet and dry tropical forests. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6148. Guayas: Guayaquil, 6588; Bajada, 6757. Widely distributed in tropical America from Mexico to Brazil and Argentina.

Sickingia ecuadorensis Standl. "Guápala". Tree 8 to 12 m. tall and 10 to 15 cm. in diameter. Dry tropical forest and mountain forest. Guayas: Guayaquil, 6591 (topotype). El Oro: Piedras, 6605 (with wood sample), 6687. Seen also at Arenillas, El Oro. Southwestern Ecuador, known previously from the type collection near Guayaquil by Mille. According to Standley, this species probably represents an undescribed genus, but the flowers still are unknown.

Sickingia sp. nov. "Manglillo". Large tree 25 m. tall and 30 cm. in diameter. Heartwood rose-red, the surface becoming yellowish to dark brown upon exposure, strong but rather brittle, not durable. Used for high grade flooring, paneling, and trim. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6248 (with wood sample).

Sommera sabiceoides K. Schum. Small tree 8 m. tall and 10 cm. in diameter. Wet tropical forest. Esmeraldas: Quinindé, 6209. Amazonian Brazil, Peru, and Ecuador. Apparently the first record of this genus in Ecuador and the first record of the species on the Pacific side of the Andes.

Campanulaceae

Siphocampylus giganteus (Cav.) G. Don. "Lechero del monte", "puchinero". Large shrub 3 to 4 m. tall with several stems 3 to 7 cm. in diameter. Common in paramillo. Pichincha: Quito, 6106. Colombia and Ecuador.

Compositae

Baccharis cassinaefolia DC. Small tree or shrub 4 m. tall and 6 cm. in diameter. Semi-arid shrub type. Chimborazo: Huigra, 6775.

Baccharis polyantha H.B.K. Shrub or small tree 3 to 5 m. tall and 5 cm. in diameter. Common locally in paramillo. Pichincha: Quito, 6132. Colombia to Peru.

Gynoxys hallii Hieron. "Capote". Small tree to 6 m. tall and 20 cm. in diameter. Uncommon in paramillo. Pichincha: Volcán Cayambe (4,000m.), 6839; Quito, 6103, 6103A. Ecuador.

Liabum verbascifolium (H.B.K.) Less. Small tree 5 m. tall and 6 cm. in diameter. Semi-arid shrub type. Chimborazo: Huigra, 6774. Ecuador and Peru.

Monopholis holwayae Blake. Small spreading tree 5 m. tall and 6 cm. in diameter. Semi-arid shrub type. Chimborazo: Huigra, 6764. Ecuador.

Tesaria integrifolia Ruiz & Pav. Small tree to 10 m. tall and 20 cm. in diameter. Opening along river in wet tropical zone. Los Rios: Pichilingue, 6458. Venezuela and Colombia to Brazil and Argentina.

Vernonia baccharoides H.B.K. "Chilco", "chilca", "yasmiande", "laritaco". Shrub and small tree 7 to 12 m. tall and 10 to 20 cm. in diameter. Common and widely distributed in clearings, wet tropical forest and mountain forest zones. Esmeraldas: San Lorenzo, 6308. Pichincha: Santo Domingo de los Colorados, 6156. Los Rios: Pichilingue, 6450. El Oro: near Piedras, 6609. Colombia to Peru and Bolivia.

## List of Common and Scientific Names

Spanish common names of Ecuadoran trees in this collection are arranged here alphabetically with corresponding scientific names and families. Any additional common names applied to the same species, especially in different localities, are listed after the scientific name and again in alphabetical order. As in the annotated list, English common names of certain widely distributed wild or cultivated trees have been added in parenthesis.

Achiote. Bixa orellana L. Bixaceae
Aguacate. Persea americana Mill. (Avocado). Lauraceae.
Aguacatillo de montaña. Beilschmiedia sulcata (Ruiz & Pav.) Kosterm. Lauraceae.
Ajebón. Chamaefistula hartwegi (Benth.) Killip. Vainilla. Caesalpiniaceae.
Ají. Heisteria cyathiformis Little. Olacaceae.
Ají de monte. Chrysochlamys sp. Guttiferae.
Ají de monte. Palicourea macrophylla (H.B.K.) Standl. Flor de mayo. Rubiaceae.
Ajo. Gallesia sp. Phytolaccaceae.
Alcanfor. Cryptocarya sp. Amarillo tainde. Lauraceae.
Algarroba. Prosopis inermis H.B.K. Algarrobo. Mimosaceae.
Algodón de montaña. Bauhinia grandiflora Juss. Caesalpiniaceae.
Aliso. Alnus jorullensis H.B.K. var. mirbelii (Spach) Winkl. Betulaceae.
Almendro. Terminalia catappa L. (Indian-almond). Combretaceae.
Amargo. Guarea sp. Meliaceae.
Amarillo. Centrolobium patinense Pittier. Amarillo de Guayaquil. Fabaceae.
Amarillo tainde. Cryptocarya sp. Alcanfor. Lauraceae.

Anime. Protium sp. Burseraceae
Arbol de pan. Artocarpus altilis (Parkinson) Fosberg. Fruta de pan (breadfruit). Moraceae.
Arrayán. Eugenia hallii Berg. Myrtaceae.
Arrayán. (Myrtaceae, not further identified).
Arrayán de montaña. Ardisia compressa H.B.K. Myrsinaceae.
Asafrán. Zanthoxylum sp. Tachuelillo. Rutaceae.

Balsa. Ochroma lagopus Sw. Bombacaceae.
Balsa blanca. Heliocarpus popayanensis H.B.K. Tiliaceae
Bálsamo. Myroxylon balsamum (L.) Harms. Sándalo. Fabaceae.
Bambulo. Pterocarpus officinalis Jacq. Fabaceae.
Bantano. (Mimosaceae, not further identified).
Barbasco. Phyllanthus brasiliensis (Aubl.) Poir. Euphorbiaceae.
Barbasco de agua salada. Jaquinina pubescens H.B.K. Barbasco. Theophrastaceae.
Bavaco de montaña. Cyphomandra betacea (Cav.) Sendtn. Solanaceae.
Bejuco de montaña. Heteropsis ecuadorensis Sodiro. Piquigua (basket vine). Araceae.
Bejuquillo. Pouteria (?) sp. Colorado. Sapotaceae.
Beldaco. Bombax millei Standl. Bombacaceae.
Bella maría. Calophyllum longifolium Willd. María. Guttiferae.
Bombón. Erythrina poeppigiana (Walp.) O. F. Cook. Fabaceae.
Borazón. Myrcia sp. Myrtaceae.
Bototillo. Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. Bototito, poloporo. Cochlospermaceae.

Cabecita. Perebea sp. Moraceae.
Cabecita. Pseudolmedia eggersii Standl. Guión. Moraceae.
Cabo de hacha. Machaerium millei Standl. Chiche. Fabaceae.
Cacao. Herrania balaensis Preuss. Sterculiaceae.
Cacao. Theobroma cacao L. Sterculiaceae.
Cacho de toro. (Myrtaceae, not further identified).
Cadi. Phytelephas aequatorialis Spruce. Tagua. Palmae.
Cafecillo. Erythroxylon ruizii Peyr. Erythroxylaceae.
Cafetillo de monte. Faramea occidentalis (L.) A. Rich. Júpamo. Rubiaceae.
Caimitillo. Chrysophyllum auratum Miq. Sapotaceae.
Calabasillo. Casipourea sp. Rhizophoraceae.
Calabasillo. Enallagma latifolia (Mill.) Small. Bignoniaceae.
Calabasillo. Pouteria sp. Sapotaceae.
Candelo. Ampelocera sp. Ulmaceae.
Canela. Licaria limbosa (Ruiz & Pav.) Kosterm. (?). Lauraceae.
Canelo. Nectandra spp. and related genera. Lauraceae.
Caña brava. Gynerium sagittatum (Aubl.) Beauv. Gramineae.
Caña de Guayaquil. Guadua angustifolia Kunth. Guadua (Bamboo). Gramineae.
Caoba. Platymiscium pinnatum (Jacq.) Dugand. Fabaceae.
Caoba. Beilschmiedia sp. Lauraceae.
Caoba. Nectandra pisi Miq. Jígua. Lauraceae.
Capote. Gynoxys hallii Hieron. Compositae.

Capulí. Billia columbiana Planch. & Lind. Aesculaceae.
Capulí. Prunus serotina Ehrh. var. salicifolia (H.B.K.) Koehne. (Capulin cherry). Rosaceae.
Capulí. Sorocea affinis Hemsl. Moraceae.
Caracolí. Anacardium excelsum (Bert. & Balb.) Skeels. Marañón. Anacardiaceae.
Carbonero. Hirtella carbonaria Little. Carboncillo. Rosaceae.
Cardo. Cereus cartwrightianus (Britton & Rose) Werd. (?). Cactaceae.
Carrá. Huberodendron sp. Bombacaceae.
Casanta. Citharexylum ilicifolium H.B.K. Verbenaceae.
Cascagero. Miconia centronioides Gleas. Melastomaceae.
Cascarilla. Cinchona pubescens Vahl. Rubiaceae.
Cascol. Libidibia corymbosa (Benth.) Britton & Killip. Caesalpiniaceae.
Caucho. Castilla panamensis O. F. Cook. (Rubber.) Moraceae.
Caucho blanco. Sapium sp. Euphorbiaceae.
Cauje. Pouteria caimito (Ruiz & Pav.) Radlk. Sapotaceae.
Cauje. Pouteria sp. Cocacoca. Sapotaceae.
Cedro. Cedrela fissilis Vell. and other species. Cedro de Castilla. Meliaceae.
Cedro. Cedrela rosei Blake. Meliaceae.
Cedro colorado. Ocotea (?) sp. Cedro. Lauraceae.
Ceiba. Ceiba pentandra (L. Gaertn.), C. trichistandra (A. Gray) Bakh., and other species. Ceibo. Bombacaceae.
Ceibo. Ochroma tomentosa Willd. Bombacaceae.
Cereza de montaña. Anisomeris ecuadorensis K. Schum. & K. Krause. Rubiaceae.
Cerezo. Malpighia punicifolia L. Malpighiaceae.
Chaimito. Capparis sp. Capparidaceae.
Chalviande. Virola spp. Myristicaceae.
Chanul. Humiria procera Little. Humiriaceae.
Chapra. Leucaena canescens Benth. Mimosaceae.
Chaquirillo. Phyllanthus antillanus (A. Juss.) Muell. Arg. Euphorbiaceae.
Charán blanco. Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose. Mimosaceae.
Chiche. Machaerium millei Standl. Cabo de hacha. Fabaceae.
Chilco. Vernonia baccharoides H.B.K. Chilca, laritaco, yasmiande. Compositae.
Chillarde. Belotia australis Little. Tiliaceae.
Chípero. Calliandra angustifolia Spruce. Mimosaceae.
Chípero. Zygia longifolia (Humb. & Bonpl.) Britton & Rose Mimosaceae.
Chípero. Pseudovouapa stenosiphon (Harms) Britton & Killip. Dormilón. Mimosaceae.
Cholán. Tecoma stans (L.) H.B.K. var. velutina DC. Bignoniaceae.
Chontaduro. Guilielma gasipaes (H.B.K.) Bailey. Palmae.
Chumi. Erythrochiton carinatus Little. Rutaceae.
Ciprés. Cupressus benthami Endl. (Mexican cypress). Pinaceae.
Ciprés. Cupressus macrocarpa Hartw. (Monterey cypress). Pinaceae.

Ciruelo. Spondias purpurea L. Anacardiaceae.
Clavellín. Brownea herthae Harms. Mayo. Caesalpiniaceae.
Clavillo. Casearia aculeata Jacq. var. tafallana (Eichler) Macbr. Flacourtiaceae.
Clavo. Cestrum racemosum Ruiz & Pav. Sauco de montaña. Solanaceae.
Clavo. Faramea sp. nov. Rubiaceae.
Cocacoca. Pouteria sp. Cauje. Sapotaceae.
Coco. Virola sp. Myristicaceae.
Cojojo. Acnistus arborescens (Torner) Schlecht. Solanaceae.
Colcha. Miconia lasiocalyx Gleas. and other species. Melastomaceae.
Colorado. Mauria birringo Tul. Anacardiaceae.
Colorado. Pouteria (?) sp. Bejuquillo. Sapotaceae.
Compoño. (Mimosaceae, not further identified).
Coquimbo. Guarea syringoides C. H. Wright (?). Meliaceae.
Coquito. Erythroxylon glaucum O. E. Schulz. Erythroxylaceae.
Coquito. Hirtella pauciflora Little. Rosaceae.
Coquito. (Myrtaceae, not further identified).
Coquito de montaña. Guarea trichilioides L. Fruta de loro. Meliaceae.
Cordoncillo. Piper aduncum L. and other species. Piperaceae.
Coronillo. Bellucia grossularioides (L.) Triana and other species of Melastomaceae.
Crucita. Randia armata (Sw.) DC. Rubiaceae.
Guángare. Dialyanthera gordoniaefolia (A.DC.) Warb. Myristicaceae.
Cuero negro. Guatteria microcarpa Ruiz & Pav. Annonaceae
Culape. Alchornea brevistyla Pax & K. Hoffm. (?). Euphorbiaceae
Cunacuna. Trema integerrima (Beurl.) Standl. Sapán de paloma. Ulmaceae.

Damagua. Poulsenia armata (Miq.) Standl. Majagua. Moraceae.
Dedo. Matisia coloradorum R. Benoist. Bombacaceae.
Dormilón. Pseudovouapa stenosiphon (Harms) Britton & Killip. Chípero, Caesalpiniaceae.

Ebano. Ziziphus thyrsiflora Benth. Rhamnaceae.
Encinillo. Weinmannia descendens Diels. Guasipata. Cunoniaceae.
Eucalipto. Eucalyptus globulus Labill. and other species. (Tasmanian blue eucalyptus, Tasmanian blue-gum). Myrtaceae.

Faique. Poponax macracantha (Humb. & Bonpl.) Killip. Vainilla. Mimosaceae.
Fernansánchez. Triplaris guayaquilensis Wedd. Polygonaceae.
Fernansánchez. Triplaris sp. Muchín. Polygonaceae.
Figueroa. Carapa guianensis Aubl. Tangare. Meliaceae.
Flor de mayo. Brownea angustiflora Little. Caesalpiniaceae.
Flor de mayo. Palicourea macrophylla (H.B.K.) Standl. Ají de monte. Rubiaceae.
Frijolillo. Pseudocassia spectabilis (DC.) Britton & Rose. Caesalpiniaceae.

Fruta de loro. Guarea trichilioides L. Coquito de montaña. Meliaceae.
Fruta de pan. Artocarpus altilis (Parkinson) Fosberg. Arbol de pan (breadfruit). Moraceae.

Gajigua. Trichilia hirta L. Jobo. Meliaceae.
Gallito. Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum. Rubiaceae.
Guachapelí. Pseudosamanea guachapele (H.B.K.) Harms. Mimosaceae.
Guácimo. Guazuma ulmifolia Lam. Guamo. Sterculiaceae.
Guadaripo. Persea (?) sp. Lauraceae.
Guadua. Guadua angustifolia Kunth. Caña de Guayaquil (bamboo). Gramineae.
Gualpeté. Banara guianensis Aubl. Savaleta. Flacourtiaceae.
Guamo. Guazuma ulmifolia Lam. Guácimo. Sterculiaceae.
Guanábana. Annona muricata L. (Soursop.) Annonaceae.
Guápala. Sickingia ecuadorensis Standl. Rubiaceae.
Guarango. Acacia flexuosa Humb. & Bonpl. Mimosaceae
Guarango. Tara spinosa (Mol.) Britton & Rose. Caesalpiniaceae.
Guarumo. Cecropia maxima Snethl and other species. Moraceae.
Guarumo de montaña. Pourouma cecropiaefolia Mart. (?). Moraceae.
Guasante. Myriocarpa stipitata Benth. Ortiga mansa. Urticaceae.
Guasipata. Weinmannia descendens Diels. Encinillo.
Guava. Inga ingoides (Rich.) Willd., I. edulus Mart., I. spuria Humb. & Bonpl., and other species. Guavo. Mimosaceae.
Guava de mico. Inga heteroptera Benth. (?) Mimosaceae.
Guava mulata. Inga sp. ined. Guava. Mimosaceae.
Guavalón. Talisia (?) sp. Sapindaceae.
Guavilla. Inga spp. Guavillo. Mimosaceae.
Guavo blanco. Inga bonplandiana H.B.K. (?) Mimosaceae.
Guavo colorado. Zygia latifolia (L.) Fawc. & Rendle. Mimosaceae.
Guavo machete. Inga schimpffii Harms. Mimosaceae.
Guavo prieto. Inga tenuirama Harms. Mimosaceae.
Guayaba. Psidium guayava L. (Common guava). Myrtaceae.
Guayaba de palo. Psidium sp. Myrtaceae.
Guayacán. Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nicholson. Bignoniaceae.
Guayacán. Tabebuia sp. Guayacán boqueño. Bignoniaceae.
Guayacán pechiche. Minquartia guianensis Aubl. Pechiche. Olacaceae.
Guión. Pseudolmedia eggersii Standl. Cabecita. Moraceae.
Gusta razón. Chamaefistula scandens (Ruiz & Pav.) Killip. Caesalpiniaceae.

Higuerón. Ficus glabrata H.B.K., F. urbaniana Warb., and other species. Moraceae.
Higueroncillo. Ficus spp. Moraceae.
Hobo. Spondias mombin L. Jobo. Anacardiaceae.

Jagua. Genipa caruto H.B.K. Jagua de comer. Rubiaceae.
Jelé. Conocarpus erectus L. Mangle jelí (button-mangrove). Combretaceae.

Jigua. Nectandra spp. and related genera. Lauraceae.
Jigua. Nectandra pisi Miq. Caoba. Lauraceae.
Jigua. Endlicheria (?) sp. Lauraceae.
Jobo. Trichilia hirta L. Gajiqua. Meliaceae.
Jobo. Spondia mombin L. Hobo. Anacardiaceae.
Júјamo. Faramea occidentalis (L.) A. Rich. Cafetillo de monte. Rubiaceae.

Lamai. Clusia plurivalvis Little. Guttiferae.
Laritaco. Vernonia baccharoides H.B.K. Chilca, chilco, yasmiande. Compositae.
Laurel. Cordia macrantha Chod. Boraginaceae.
Laurel de montaña. Hamelia macrantha Little. Rubiaceae.
Laurel negro. Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Cham. Laurel, laurel macho, laurel prieto. Boraginaceae.
Lechero. Euphorbia latazi H.B.K. Euphorbiaceae.
Lechero del monte. Siphocampylus giganteus (Cav.) G. Don. Puchinero. Campanulaceae.
Limoncillo. Achatocarpus nigricans Triana. Negrito. Phytolaccaceae.
Limoncillo. Calyptranthes sp. Myrtaceae.
Llaneo. Alchornea sp. Euphorbiaceae.
Llanero. Grias tessmannii R. Knuth. Soda. Lecythidaceae.
Logma. Pouteria sp. Sapotaceae.
Lulu. Aegiphila alba Moldenke. Margarita, masamoro, savaluca, savaluca de montaña. Verbenaceae.
Luto. Piper barbatum H.B.K. Piperaceae.

Machare. Symphonia globulifera L.f. Guttiferae.
Madera negra. Tabebuia ecuadorensis Standl. Bignoniaceae.
Madre de cacao. Erythrina glauca Willd. Palo prieto. Fabaceae.
Majagua. Poulsenia armata (Miq.) Standl. Damagua. Moraceae.
Mamey. Mammea americana L. Guttiferae.
Mamey. Calocarpum sapota (Jacq.) Merr. (Sapote). Sapotaceae.
Mamey. Pouteria sp. Sapotaceae.
Mangle. Rhizophora mangle L. Mangle colorado, mangle de concha, mangle injerto, mangle pecho de pava (mangrove). Rhizophoraceae.
Mangle blanco. Laguncularia racemosa (L.) Gaertn. f. (White-mangrove). Combretaceae.
Mangle iguanero. Avicennia nitida Jacq. (Black-mangrove). Verbenaceae.
Mangle jelí. Conocarpus erectus L. Jelé (button-mangrove). Combretaceae.
Manglillo. Sickingia sp. nov. Rubiaceae.
Mango. Mangifera indica L. Anacardiaceae
Mangue de monte. Olmedia aspera Ruiz & Pav. Moraceae.
Marañón. Anacardium excelsum (Bert. & Balb.) Skeels. Caracolí, Anacardiaceae.
Marañón. Anacardium occidentale L. (Cashew). Anacardiaceae.

Margarita. Aegiphila alba Moldenke. Lulu, masamoro, savaluca, savaluca de montaña. Verbenaceae.
María. Calophyllum longifolium Willd. Bella maría. Guttiferae.
Marselo. Drypetes sp. Euphorbiaceae.
Martelo. Laetia procera (Poepp. & Endl.) Eichler. Flacourtiaceae.
Masamoro. Isertia pittieri (Standl.) Standl. Rubiaceae.
Masamoro. Aegiphila alba Moldenke. Lulu, margarita, savaluca, savaluca de montaña. Verbenaceae.
Mascaré. Hieronyma sp. Euphorbiaceae.
Matapalo. Clusia polystigma Little. Guttiferae.
Matapalo. Coussapoa eggersii Standl. Moraceae.
Matapalo. Dermatocalyx panduratus Moldenke. Scrophulariaceae.
Matapalo. Ficus panamensis Standl. and other species. Moraceae.
Mayo. Brownea herthae Harms. Clavellín. Caesalpiniaceae.
Mimbrillo. Pentagonia orthoneura Standl. Rubiaceae.
Molle. Schinus molle L. Anacardiaceae.
Monterillo. Heisteria macrophylla Oerst. (?) Olacaceae.
Mora. Henriettella sylvestris Gleas. and other species of Melastomaceae.
Moral comido de mono. Clarisia racemosa Ruiz & Pav. Moral bobo, sota. Moraceae.
Moral fino. Chlorophora tinctoria (L.) Gaud. (Fustic.) Moraceae.
Mosquero. Croton corylifolius Lam. (?), C. fragrans H.B.K. (?). Euphorbiaceae.
Motillón colorado. Hieronyma asperifolia Pax & K. Hoffm. Sanón. Euphorbiaceae.
Motón. Andira inermis (W. Wright) H.B.K. (Cabbage angelin). Fabaceae.
Muchichilán. Trema micrantha (L.) Blume. Tortolero. Ulmaceae.
Muchín. Triplaris sp. Fernansánchez. Polygonaceae.
Muyuyo. Cordia lutea Lam. Muyuyu. Boraginaceae.
Muyuyo de montaña. Tecoma guadichaudi DC. Bignoniaceae.

Nacedera. Citharexylum poeppigii var. margaritaceum Poepp. & Moldenke. Verbenaceae.
Naranjilla de Monte. Gloeospermum sphaerocarpum Tr. & Planch. Violaceae.
Naranjillo. Swartzia crocea (Vell.) Benth. Caesalpiniaceae.
Naranjillo de Montaña. Erythrochiton brasiliensis Nees & Mart. Rutaceae.
Naranjo de monte. Aspidosperma elatum Little. Apocynaceae.
Nato. Mora megistosperma (Pittier) Britton & Rose. Caesalpiniaceae.
Negrito. Achatocarpus nigricans Triana. Limoncillo. Phytolaccaceae.
Niguito. Muntingia calabura L. Elaeaocarpaceae.
Níspero. Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindb. (Loquat.) Rosaceae.
Nogal. Juglans neotropica Diels. Tocte. Juglandaceae.

Ortiga mansa. Myriocarpa stipitata Benth. Guasante. Urticaceae.
Ortiguillo macho. Urera caracasana (Jacq.) Gaud. Ortiguillo de monte. Urticaceae.
Palealte. Endlicheria sp. Lauraceae.
Palma real. Ynesa colenda O. F. Cook. Palmae.
Palo de fósforo. Coccolobis sp. Polygonaceae.
Palo de rosa. Pradosia (?) sp. Sapotaceae.
Palo de vaca. Alseis eggersii Standl. Rubiaceae.
Palo de vaina. Brownea disepala Little. Caesalpiniaceae.
Palo flojo. Aegiphila glomerata Benth. Verbenaceae.
Palo prieto. Erythrina glauca Willd. Madre de cacao. Fabaceae.
Palo santo. Bursera graveolens (H.B.K.) Tr. & Planch. Burseraceae.
Palo serrano. (Moraceae, not further identified).
Pambil. Iriartea corneto (Karst.) Wendl. (?) Palmae.
Pasayo. Bombax ruizii K. Schum. Bombacaceae.
Pechiche. Vitex gigantea H.B.K. Verbenaceae.
Pechiche. Minquartia guianensis Aubl. Guayacán pechiche. Olacaceae.
Pegapega. Pisonia macranthocarpa (Donn. Smith) Donn. Smith. Nyctaginaceae.
Peine de mono. Apeiba aspera Aubl. Peine de mico. Tiliaceae.
Penimón. Matisia grandifolia Little. Bombacaceae.
Pepa de vaca. Geoffroea spinosa Jacq. Seca. Fabaceae.
Perlilla. Psychotria grandis Sw. Rubiaceae.
Perlillo. Vallesia glabra Cav. Apocynaceae.
Pialde. Cupania cinerea Poepp. & Endl. Sapindaceae.
Pialde. Trichilia floribunda Little. Meliaceae.
Pialde macho. Guarea polymera Little. Meliaceae.
Pino. Pinus radiata D. Don (and other species). (Monterey pine). Pinaceae.
Piñuelo. Pelliciera rhizophorae Planch. & Tr. Theaceae.
Piquigua. Heteropsis ecuadorensis Sodiro. Bejuco de montaña (basket vine). Araceae.
Platuquero. Sessea crassivenosa Bitter. Solanaceae.
Poloporo. Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng. Bototillo, Bototito. Cochlospermaceae.
Poma rosa. Syzygium jambos (L.) Alston. (Rose-apple) Myrtaceae.
Poma rosa de montaña. (Moraceae, not further identified).
Porotillo. Erythrina berteroana Ulbrich (?) and E. smithiana Krukoff. Fabaceae.
Porotillo de montaña. Erythrina schimpffii Diels. Fabaceae.
Puchinero. Siphocampylus giganteus (Cav.) G. Don. Lechero del monte. Campanulaceae.
Pumamaquí. Oreopanax ecuadorensis Seem. Araliaceae.

Quebracha. Coccolobis mollis Casar. Polygonaceae.
Quiriquinche. Pithecellobium excelsum (Kunth) Mart. Mimosaceae.

Quishuar. Buddleia pichinchensis H.B.K. Loganiaceae.
Quitasol. Cordia panamensis Riley. Boraginaceae.
Quitasol. Phyllanthus grandifolius L. Euphorbiaceae.

Roble. Terminalia amazonia (J. F. Gmel.) Exell. Roble de Esmeraldas. Combretaceae.
Sacha peral. Vallea stipularis L. f. Elaeaocarpaceae.
Sajo. Cespedesia spathulata (Ruiz & Pav.) Planch. Ochnaceae.
Samán. Samanea saman (Jacq.) Merrill. Mimosaceae.
Samil. Kapanea andina Mez. Myrsinaceae.
Samil colorado. (Myrsinaceae, not further identified).
Sándalo. Myroxylon balsamum (L.) Harms. Balsamo. Fabaceae.
Sande. Brosimum utile (H.B.K.) Pittier. (Cow-tree) Moraceae.
Sangre de gallina. Vismia baccifera (L.) Tr. & Planch. and V. obtusa Spruce. Guttiferae.
Sanón. Hieronyma asperifolia Pax & K. Hoffm. Motillón colorado. Euphorbiaceae.
Sapán de paloma. Trema integerrima (Beurl.) Standl. Cunacuna. Ulmaceae.
Sapote. Capparis scabrida H.B.K. Capparidaceae.
Sapote. Matisia cordata H.B.K. Bombacaceae.
Sapote. Matisia alata Little. Sapotillo. Bombacaceae.
Sapote de monte. Matisia sp. Bombacaceae.
Sapote de perro. Morisonia americana L. Capparidaceae.
Sapotillo. Matisia sp. Sapote de montaña. Bombacaceae.
Sapotolón. Pachira aquatica Aubl. Bombacaceae.
Sasafrás. Zanthoxylum spp. Rutaceae.
Sauce. Salix humboldtiana Willd. (Humboldt willow). Salicaceae.
Sauco de montaña. Cestrum racemosum Ruiz & Pav. Clavo. Solanaceae
Savaleta. Trichilia sp. Meliaceae.
Savaleta. Banara guianensis Aubl. Gualpeté. Flacourtiaceae.
Savaluca. Aegiphila alba Moldenke. Savaluca de montaña, lulu, margarita, masamoro. Verbenaceae.
Seca. Geoffroea spinosa Jacq. Pepa de vaca. Fabaceae.
Soda. Grias tessmannii R. Knuth. Llanero. Lecythidaceae.
Sota. Clarisia racemosa Ruiz & Pav. Moral comido de mono, moral bobo. Moraceae.
Suche. Thevetia peruviana (Pers.) K. Schum. Apocynaceae.
Suche silvestre. Stemmadenia obovata (Hook. & Arn.) K. Schum. var. mollis (Benth.) Woodson. Apocynaceae.
Suro. Chusquea scandens Kunth and other species. Gramineae.

Tachuelillo. Zanthoxylum sp. Asafrán. Rutaceae.
Tachuelo. Zanthoxylum rhoifolium Lam. Rutaceae.
Tagua. Phytelephas aequatorialis Spruce. Cadi. Palmae.
Tamarindo. Tamarindus indica L. (Tamarind). Caesalpiniaceae.
Tangare. Carapa guianensis Aubl. Figueroa. Meliaceae.
Teteguasca. Eschweilera (?) sp. Lecythidaceae.
Tillo. Brosimum latifolium Standl. Moraceae.

Tillo. Celtis schippii Standl. (?) Ulmaceae.
Tillo. Pouteria (?) sp. Sapotaceae.
Tillo prieto. (Moraceae, not further identified).
Tocte. Juglans neotropica Diels. Nogal. Juglandaceae.
Tortolero. Trema micrantha (L.) Blume. Muchichilán. Ulmaceae.
Tutumbe. Cordia eriostigma Pittier and C. toqueve Aubl. Boraginaceae

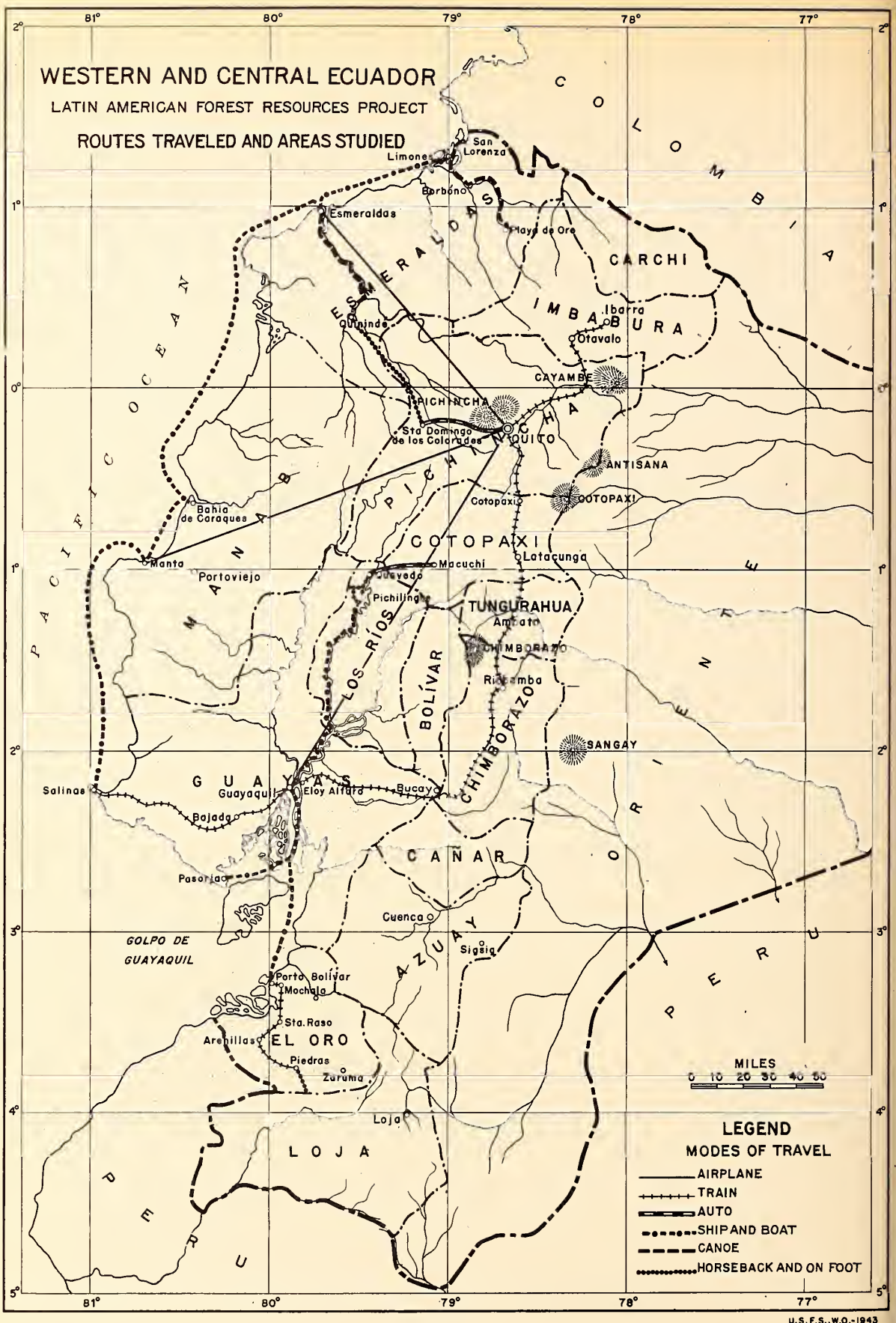
Uña de gato. Mimosa acantholoba (Humb. & Bonpl.) Poir. Mimosaceae.
Uva. Pouroma chocoana Standl. Moraceae.

Vainilla. Chamaefistula hartwegi (Benth.) Killip. Ajebón. Caesalpiniaceae.
Vainilla. Poponax macracantha (Humb. & Bonpl.) Killip. Faique. Mimosaceae.
Vainilla. Cassia atomaria L. Vainilla de montaña. Caesalpiniaceae.
Vara rosada. Hirtella triandra Sw. Rosaceae.

Yasmiande. Vernonia baccharoides H.B.K. Chilca, chilco lavitaco. Compositae.
Yuca ratón. Sesbania brenninghii (?). Fabaceae.

## Summary

This collection of tree specimens from western Ecuador was made as part of a survey by the United States Forest Service in 1943. More than 400 species, including more than 30 species being published elsewhere as new and about 60 more species new to Ecuador, are represented in this collection of almost 700 members. One new combination in Poponax, two in Chamaefistula, and one new name in Hamelia are published here. Most of the field work was in the provinces of Esmeraldas, Pichincha, Los Ríos, Guayas, and El Oro, but a few specimens were obtained in the provinces of Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo, and Bolívar. Various specialists assisted in making the determinations. Samuel J. Record named the 92 wood samples accompanying herbarium specimens. The annotated list contains scientific and common names, tree sizes, notes on economic woods including descriptions and uses, other economic notes, habitat and vegetation zone, citations of specimens, and geographic distribution. There is also a separate, alphabetical list of common names with scientific names which may be useful in associating the common names of some previously unidentified commercial timber trees of western Ecuador with the scientific names.


WESTERN AND CENTRAL ECUADOR
LATIN AMERICAN FOREST RESOURCES PROJECT
ROUTES TRAVELED AND AREAS STUDIED
81°
80°
79°
78°
77°
2°
1°
0°
1°
2°
3°
4°
5°
COLOMBIA
PACIFIC OCEAN
PERU
San Lorenza
Limones
Borbono
Esmeraldas
Mayo de Ore
CARCHI
IMBABURA
Ibarra
Quininde
Otavalo
CAYAMBE
PICHINCHA
Sto Domingo de los Colorados
QUITO
ANTISANA
Cotopaxi
COTOPAXI
Bahia de Caraques
Manta
Portoviejo
Macuchi
Latacunga
Quevedo
Pichilingue
TUNGURAHUA
Ambato
CHIMBORAZO
Riobamba
LOS RIOS
BOLIVAR
SANGAY
Salinas
GUAYAS
Guayaquil
Eloy Alfaro
Bucay
Bajada
CAÑAR
Pasaje
Cuenca
GOLPO DE GUAYAQUIL
Sigsig
AZUAY
Porto Bolivar
Mochala
Sta. Rosa
Arenillas
EL ORO
Piedras
Zaruma
Loja
LOJA
ORIENTE
MILES
0 10 20 30 40 50
LEGEND
MODES OF TRAVEL
AIRPLANE
TRAIN
AUTO
SHIP AND BOAT
CANOE
HORSEBACK AND ON FOOT
U.S.F.S., W.O.-1943

## Literature Cited


1. Acosta Solís, M. Productos forestales del Ecuador. Maderil 11 (132): 5-10. 1939; 12 (133): 7-10, 27-28. 1939.

2. _____ Vegetación y riqueza forestal de la Provincia de Esmeraldas (Ecuador). Maderil 14 (164): 11-14, 26-28; 14 (165): 13-16, illus. 1942.

3. _____ Maderas más conocidas y usadas en la Provincia de Esmeraldas (Ecuador). Maderil 14 (167): 13-16; 14 (168): 11-16; 14 (169): 11-16. 1942.

4. _____ Nuevas contribuciones al conocimiento de la Provincia de Esmeraldas, Tomo 1. 606 p., illus. Quito-Ecuador. 1944.

5. _____ Commercial possibilities of the forests of Ecuador-mainly Esmeraldas Province. Trop. Woods 89:1-47, illus. 1947.

6. Chapman, Frank M. The distribution of bird-life in Ecuador. A contribution to a study of the origin of Andean bird-life. Amer. Mus. Nat. Hist. Bul. 55. 784 p., illus. 1926.

7. Diels, Ludwig. Beitrage zur Kenntnis der Vegetation und Flora von Ecuador. Bibliotheca Bot. no. 116. 190 p., illus. 1937. Spanish translation: Contribuciones al conocimiento de la vegetación y de la flora del Ecuador ... Versión castellana de Dr. Reinaldo Espinosa ... 364 p., illus. Quito-Ecuador, 1938.

8. Hitchcock, A. S. The grasses of Ecuador, Peru, and Bolivia. Contr. U. S. Nat. Herb. 24:211-556. 1927.

9. Holdridge, L. R., and others. The forests of western and central Ecuador. 134 p., illus. Forest Service, U. S. Dept. Agr. Washington, D. C. 1947. (Multilithed).

10. Jameson, William. Synopsis plantarum aequatoriensium ... viribus medicatis et usibus oeconomicis plurimarum adjectis. 3 v. Quito. 1865. Reprinted: 536 p. Quito-Ecuador, 1940.

11. Little, Elbert L., Jr. Ochroma lagopus Swartz, the name of the balsa of Ecuador. Caribbean Forester 5:108-114. 1944.

12. _____ New species of trees from western Ecuador. Jour. Wash. Acad. Sci. 38:87-105, illus. 1948.

12a. _____ Trees in Ecuador. Foreign Agr. 12:54-59, illus. 1948.

13. Marrero, José. Utilización de la caña guadua en Ecuador. Caribbean Forester 5:145-151, illus. 1944.

14. Marrero, José. El cultivo del eucalipto en la Sierra de Ecuador Caribbean Forester 7:57-69. 1946.

15. McClure, F. A. Bamboo in Ecuador's lowlands. Agr. Amer. 5: 190-192, 194, illus. 1945.

16. Pierce, John H. An evaluation of the type material of Ochroma, the source of balsa wood. Trop. Woods 70:20-23. 1942.

17. Popenoe, Wilson. Economic fruit-bearing plants of Ecuador. Contr. U. S. Nat. Herb. 24:101-134, illus. 1924.

18. _____ and Anthony, H. E. Ecuador. p. 662-674. In Shelford, Victor E., ed. Naturalists' guide to the Americas. 761 p., illus. Baltimore, 1926.

19. Record, Samuel J. Miscellaneous notes on tropical American woods. Trop. Woods 79:1-5. 1944.

20. _____, and Hess, Robert W. Timbers of the New World. 620 p., illus. New Haven, 1943.

21. _____, and Mell, Clayton D. Timbers of tropical America. 610 p., illus. New Haven, London, 1924.

22. Rimbach, August. The forests of Ecuador. Trop. Woods 31:1-9. 1932. Spanish translation by M. Acosta Solís: Los bosques del Ecuador. Flora (Quito) 2 (5/6): 117-124. 1942.

23. Standley, Paul C. The Rubiaceae of Ecuador. Field Mus. Nat. Hist., Bot. Ser. 7:179-251. 1931.

24. Svenson, Henry K. The vegetation of Ecuador, a brief review. Chron. Bot. 6:446-448, illus. 1941.

25. _____ Vegetation of the coast of Ecuador and Peru and its relation to the Galapagos Islands. I. Geographical relations of the flora. II. Catalogue of plants. Amer. Jour. Bot. 33:394-426, 427-498, illus. 1946.

26. Verdoorn, Frans, ed. Plants and plant science in Latin America. 383 p., illus. Waltham, Mass., 1945.

27. Wolf, Theodor. Geografía y geología del Ecuador. 671 p., illus. Leipzig, 1892.

(Traducción de la parte del artículo anterior que sirve de introducción a la lista de especies)

## UNA COLECCION DE ESPECIMENES FORESTALES DEL ECUADOR OCCIDENTAL

Como parte del reconocimiento de los recursos forestales del Ecuador, realizado en 1943 por el Proyecto de Recursos Forestales de Latino-América del Servicio Forestal de los Estados Unidos (9,12a), el autor hizo una colección de herbario, de los especímenes de árboles. Debido a que la flora de esa región es muy poco conocida, parece digno de hacerse constar esta lista de más de 400 especies del Ecuador occidental, aún cuando representa solamente una pequeña fracción del total de especies arbóreas. En otro artículo (12) el autor propuso 19 especies nuevas, otras especies adicionales serán publicadas en otros sitios por especialistas y un grupo similar no ha podido ser descrito porque el material de identificación no estaba completo. Otras 60 especies más o menos constituyen aparentemente nuevos registros para el Ecuador. En este artículo se publica una nueva combinación en el género Popanax, dos en Chamaefistula y un nombre nuevo en Hamelia.

Algunas maderas comerciales del Ecuador occidental habían sido previamente identificadas, con sus correspondientes nombres científicos. El trabajo de campo se veía obstaculizado por la falta de una publicación sobre la flora y sobre los árboles del país. Por ello, aunque el reconocimiento no era una expedición botánica, se hizo un esfuerzo por obtener especímenes de herbario de los árboles forestales así como muestras auténticas de las maderas comerciales.

### Colecciones Anteriores y Listas ya Publicadas.

Botánicamente, el Ecuador es una de las naciones de la América del Sur que menos se conocen. Los botánicos han prestado mayor atención a la meseta andina densamente poblada, a los picos de nieves eternas de los Andes y a las aisladas islas Galápagos, que a los bajíos del trópico, escasamente habitados e insalubres y donde se encuentran las especies maderables más importantes. Las dificultades en la obtención de especímenes y la floración estacional y restringida son razones adicionales de la pobre representación de los árboles tropicales en las limitadas colecciones de ese país.

Diels (7), quien estuvo en Ecuador en 1933, publicó en su contribución un útil resumen histórico sobre los colectores del Ecuador y sus itinerarios. Entre los colectores más recientes estaban Ynes Mexia, quien visitó varias provincias de 1934-35 y 1936-37 y Oscar L. Haught de 1940-43. En 1930 y 1941 Svenson (25) estudió la vegetación de la costa seca del Ecuador y Perú y de las islas Galápagos. Durante los últimos años de esta guerra, de 1943 al 1945, botánicos empleados por el Gobierno de Estados Unidos hicieron reconocimientos relativos a Cinchona en las partes montañosas templadas. También han recolectado botánicos ecuatorianos, incluyendo a M. Acosta Solís y Alfredo Paredes C.

El Herbario Nacional de los Estados Unidos, donde fué determinada la mayoría de los especímenes de esta colección, tiene relativamente pocos especímenes arbóreos del Ecuador. La colección más provechosa fué hecha por H. F. A. Eggers de 1891-97 en El Recreo, Manabí y en Balao e Isla de Puná, Guayas. Este herbario contiene series completas de las dos colecciones ecuatorianas hechas por J. N. Rose en 1918-1919 y por A. S. Hitchcock en 1923 y también de las colecciones de Ynes Mexia y Oscar L. Haught.

El informe de Holdridge y otros (9, p. 87-92) sobre el reconocimiento hecho por el Servicio Forestal contiene en su bibliografía seleccionada, las publicaciones relativas a botánica y selvicultura del Ecuador, en que se encuentran listas de los árboles ecuatorianos, pero no hay allí artículos en que se hayan publicado especies nuevas. También tiene una lista seleccionada de los nombres comunes y científicos de los árboles ecuatorianos (9, p. 43-47).

La flora incompleta del Ecuador preparada por Jameson (10) registraba los árboles, aunque la flora de las partes tropicales del país estaba pobremente representada en ese trabajo. Las frutas y árboles frutales más importantes económicamente en el Ecuador, tanto nativos como introducidos, fueron descritos por Popenoe (17). En un artículo sobre los bosques del Ecuador, Rimbach (22) preparó una lista de los nombres comunes y científicos de cerca de 85 especies arbóreas. En las referencias generales sobre maderas americanas preparadas por Record y Mell (21) y por Record y Hess (20) hay mucha información importante sobre los árboles del Ecuador. Acosta Solís (1, 2, 3, 4,) publicó listas de las maderas del Ecuador, particularmente de la provincia de Esmeraldas, pero muchos de los nombres científicos no eran conocidos. Recientemente Acosta Solís (3) publicó una lista que él admite es incompleta y temporera: "Alphabetical Check List of the Principal Forest Species of Ecuador". Aparentemente su lista de cerca de 350 especies fué recopilada en gran parte del artículo de Rimbach (22) y de dos listas preliminares, incompletas y aún si publicar de esta colección del Servicio Forestal. En el presente artículo se incluyen correcciones de algunas determinaciones preliminares, además de muchas especies adicionales.

## La Colección del Servicio Forestal

La colección del Servicio Forestal contiene casi 700 especímenes de herbario (92 con sus respectivas muestras de madera) y consiste principalmente de árboles grandes del dosel forestal, con algunos árboles pequeños, algunos arbustos grandes e importantes del subbosque, varias especies de árboles frutales tropicales y algunos ornamentales exóticos de la meseta andina. El trabajo de campo se llevó a cabo de marzo a julio de 1943, en su mayor parte durante la época lluviosa de diciembre a junio, cuando muchos árboles no tenían frutos y la recolección y secamiento de los especímenes era dificultosa. A menudo fué necesario retener especímenes incompletos o sin frutos, algunos de los cuales no han sido determinados con certeza, en parte debido a la pequeña cantidad de material de herbario del Ecuador, disponible para la comparación. Debido a la limitación en

tiempo y facilidades, no se intentó recolectar ni especímenes de las especies en más de una localidad, a menos que fuera mejor material o si se conocía por otro nombre común, ni muestras adicionales de madera para efectuar pruebas tomadas de ejemplares individuales.

Las recolecciones se hicieron en nueve de las quince provincias del centro y occidente del Ecuador. En el informe del reconocimiento (9) se incluye un mapa, que indica la ruta que se siguió y las áreas estudiadas. La mayor parte del trabajo de campo se hizo en las provincias de Esmeraldas, Pichincha, Los Ríos, Guayas y el Oro. También se cogieron algunos especímenes en Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo y Bolívar. Por falta de tiempo no se efectuó el viaje al Oriente del Ecuador donde se encuentran vastos bosques tropicales amazónicos poco conocidos, relativamente inasequibles y que probablemente no han de utilizarse pronto.

A continuación aparecen en resumen las localidades donde se recolectaron especímenes arbóreos, por provincias, en orden geográfico de norte a sur, con las elevaciones, regiones o zonas de vegetación, el mes y día de 1943 en que se recolectó y el número de herbario del autor:

Esmeraldas: San Lorenzo, al nivel del mar, bosque húmedo tropical y manglar, del 18-23 de abril y núms. 6270-6361. Entre San Lorenzo y Borbón, al nivel del mar, bosque húmedo trópical, 24 de abril núms. 6362-6364. Borbón, nivel del mar, bosque tropical húmedo, del 25 al 26 de abril, 3 de mayo, núms. 6365-6382, 6418-6419. Río Santiago desde Borbón a Concepción, Selva Alegre y Playa de Oro, cerca del nivel del mar, bosque tropical húmedo, del 27-29 de abril, núms. 6383-6395. Playa de Oro, 65 m., bosque húmedo tropical 30 de abril, 1 de mayo, núms. 6395-6417. La Tola, nivel del mar, bosque húmedo tropical, 4 de mayo, núms. 6420-6423. Esmeraldas, nivel del mar, bosque seco tropical, 6 de mayo, núms. 6424-6425. Quinindé, 65 m. bosque tropical húmedo, del 9-15 de abril núms. 6207-6269. Camino entre Quinindé y Santo Domingo de los Colorados, entre 65-150m., bosque húmedo tropical, 8 de abril, núms. 6200-6206.

Imbabura: Ibarra y vecindad, 2200 m., árboles plantados en la meseta andina, 26 de marzo, núms. 6133-6140, recolectados por José Marrero.

Pichincha: Quito, 2800m., árboles plantados y paramillo, del 21-25 de marzo, núms. 6101-6132. Cayambe 2,800 m., 23 de julio, núm. 6997. Volcán Cayambe 4,000 m., paramillo, 23 de julio, núm . 6839. Santo Domingo de los Colorados, 560 m., bosque húmedo tropical, del 2-4 de abril, núms. 6141-6172. Camino entre Santo Domingo de los Colorados y Quinindé, entre aproximadamente 150 y 560 m., bosque húmedo tropical, del 5 al 7 de abril, núms. 6173-6199.

Cotopaxi: Cotopaxi, 3,600 m., paramillo, 26 de junio, núms. 6730-6732, recolectados por José Marrero. Macuchi, 1800-2100 m., bosque húmedo templado (montañoso) del 1-2 de junio, núms. 6539-6553. Carretera entre Macuchi y Quevedo, bosque húmedo tropical, 2 de junio, núms. 6554-6557.

Chimborazo: Huigra, 1200 m., tipo arbustivo semi-árido y bosque montano, 17 de julio, núms. 6763-6778. Alausí, 2300 m., tipo arbustivo semi-árido, 25 de julio, núm. 6998.

Bolívar: cerca de Bucay, 300 m., bosque tropical húmedo, 4 de julio, núms. 6733-6743.

Los Ríos: Quevedo, 50 m. Arboles plantados; zona de bosque tropical húmedo, 31 de mayo, núms. 6537-6538. Pichilingue, Estación Experimental Agrícola del Ecuador, antes Hacienda Pichilingue, cerca de 15 kms. al sur de Quevedo, 45 m., bosque tropical húmedo, del 16-31 de mayo, núm. 6437-6536.

Guayas: Guayaquil, al nivel del mar, bosque tropical seco, 9 de mayo, 4, 6 y 13 de junio y 11 de julio, núms. 6426-6436, 6558-6595, 6744-6751. Bajada, 30 m., bosque tropical seco, 15 de julio, núms. 6752-6762.

El Oro: Puerto Bolívar, al nivel del mar, manglar 15 de junio, núms. 6596-6598. Arenillas, cerca del nivel del mar, bosque tropical seco, del 22-26 de junio, núms. 6688-6729. Piedras, 500-1000 m., bosque montano (subtropical) del 16 al 21 de junio, núms. 6599-6687.

Se coleccionaron de 4 á 6 series de casi todos los especímenes de herbario. Sin embargo, sólo se hicieron uno o dos especímenes de herbario para acompañar a algunas muestras de madera adicionales, de especies previamente representadas. Se depositaron series de especímenes en los siguientes herbarios: (1) U.S. National Herbarium, Smithsonian Institutions (2) U.S. Forest Service, Washington, D.C.; (3) Instituto Botánico de la Universidad Central, Quito: (4) Tropical Region, U.S. Forest Service, Río Piedras, Puerto Rico; (5) Chicago Natural History Museum (cerca de 400 especímenes); (6) Yale School of Forestry (cerca de 300 especímenes); (7) New York Botanical Garden (cerca de 150 especímenes) y (8) Estación Experimental Agrícola del Ecuador, Pichilingue, Los Ríos, Ecuador (cerca de 100 especímenes de Pichilingue). Más de 3000 especímenes de herbario fueron recolectados y distribuídos, incluyendo los duplicados.

Se recogieron muestras auténticas de madera para 92 especímenes de herbario. Estas incluían 60 muestras grandes de madera; cada una consistía de una sección transversal del tronco de 8 a 16 pulgadas de largo y representaban cerca de 35 especies de los árboles maderables más importantes. El Forest Products Laboratory, del U.S. Forest Service, en Madison, Wis., hizo los ensayos con estas maderas para determinar las propiedades físicas y la durabilidad. Se distribuyeron seis series de estas muestras de madera, como sigue: (1) al Forest Products Laboratory, dos series; (2) al Yale School of Forestry; (3) al U.S. National Museum; (4) al Tropical Region, U.S. Forest Service, Río Piedras, Puerto Rico; y (5) al New York State College of Forestry, Syracuse, N. Y.

El autor agradece la ayuda prestada por varios especialistas en las determinaciones. El extinto decano de la Yale School of Forestry,

Sr. Samuel J. Record prestó valiosos servicios en la identificación de muestras de madera. Muchos especímenes de herbario estériles o incompletos no podrían haberse identificado prontamente si no hubiese sido por las determinaciones previas que se hicieron de las muestras de madera.

Los siguientes especialistas han identificado todos o la mayoría de los especímenes en los grupos indicados: Caroline K. Allen, las lauráceas; S. F. Blake, las compuestas; Miriam L. Bomhard, las palmáceas; Agnes Chase, las gramíneas (excepto Bambuseae); Leon Croizat, las euforbiáceas; Arthur Cronquist, sapotáceas; John. D. Dwyer, Cespedesia; H. A. Gleason las melastomáceas; Boris A. Krukoff, Erythrina; Floyd A. McClure, las Bambusae; Rogers McVaugh, Siphocampylus, William R. Maxon, Cyathea; Harold N. Moldenke, las verbenáceas y Dermatocalyx; C. V. Morton, Malpighia; Alfred Render, Pinus; A. C. Smith, Virola; Paul C. Standley, rubiáceas, Ficus y especímenes misceláneos; Robert E. Woodson, Jr. las apocináceas y T. G. Yuncker, Piper.

Ellsworth P. Killip identificó los especímenes de las mimosáceas, cesalpiniáceas, fabáceas (excepto Erythrina) las cuales juntas hacían más de cien, Cordia y muchos otros. El también ayudó notablemente en el manipuleo de las determinaciones y haciendo sugestiones para el manuscrito. E. C. Leonard y Joseph A. Ewan hicieron varias determinaciones. La mayoría del resto de los especímenes misceláneos fueron identificados o verificados por el autor en el U. S. National Herbarium. El autor agradece la ayuda en la recolección de especímenes a Leslie R. Holdridge, jefe de la expedición al Ecuador del Servicio Forestal norteamericano, a José Marrero y otros miembros de la expedición.

## Vegetación del Ecuador Occidental

Wolf (27) hizo una de las primeras descripciones generales de la vegetación del Ecuador. Popenoe y Anthony (18), Svenson (24), Verdoorn (26) y otros han contribuído con sumarios adicionales. El informe del reconocimiento del Servicio Forestal norteamericano (9, p. 16-27) incluye descripciones de las regiones forestales del Ecuador occidental, con fotografías y listas de las especies características. A continuación damos un resumen de esas regiones o zonas de vegetación que aparecen en la lista de localidades de colección en la lista anotada de especies.

El bosque tropical húmedo y perennifolio se encuentra en la meseta costanera del noroeste del Ecuador, desde el nivel del mar hasta una elevación de cerca de 800 metros en las provincias de Esmeraldas, Pichincha, Los Ríos, Manabí y Guayas. En el norte es un bosque tropical pluvioso pero se torna menos exuberante hacia el sur, según va disminuyendo la precipitación. La recolección se hizo en varios sitios en Esmeraldas, en Santo Domingo de los Colorados en Pichincha y en Pichilingue en Los Ríos. Se obtuvieron varios especímenes al pie de los Andes en Bolívar, cerca de Bucay. El bosque inundado, una variación, se encuentra en los ríos más grandes, y fué estudiado en Esmeraldas. El manglar sobre los depósitos de la marea a lo largo de la costa del Pacífico fué observado principalmente en San Lorenzo, Esmeraldas. Este bosque tropical húmedo

es la extensión hacia el sur del bosque pluvial de la costa del Pacífico de Colombia y Centro-America. Puede que con exploraciones ulteriores se encuentren más especies con áreas de distribución desde Panamá, o Costa Rica hasta Esmeraldas o aún más al sur.

El bosque tropical seco, deciduo y más o menos xerofítico en que las legumbres son los frutos más conspicuos, se encuentra en la planicie costanera en el sudoeste del Ecuador, principalmente en Manabí, Guayas y El Oro, donde los vientos asociados con la Corriente de Humboldt producen un clima seco. Las recolecciones se hicieron en Guayaquil y Bajada en Guayas y en Arenillas en El Oro. Una variación es la savana que consiste de pastizales con árboles dispersos. La flora xerofítica de esta región, que no tiene relación con la flora del bosque tropical húmedo, se extiende al sur hacia el noroeste de Perú, donde el bosque seco tiene su límite sur y es reemplazado por la zona desértica, más xerofítica, con menos precipitación aún.

El bosque montano, mesofítico y perennifolio, se encuentra en las laderas occidentales de los Andes desde la base (de 300 a 800 metros de elevación) hasta el límite superior de los bosques, a aproximadamente 2,800 metros. Este tipo varía con la elevación, entre un bosque subtropical húmedo en las laderas inferiores hasta un bosque templado húmedo o templado pluvial más arriba de los 2,000 metros. Las recolecciones se hicieron en la parte subtropical en Piedras, El Oro y en la parte templada en Macuchi, Cotopaxi. La flora forestal templada es en su mayor parte una continuación de la de los Andes colombianos, aunque pocas especies se extienden hasta el Perú.

La meseta andina desprovista de bosque ocupa, junto con los picos de nieve eternas, la región más alta o la Sierra del Centro del Ecuador, donde los bosques primitivos fueron destruídos para dar paso a los cultivos. La vegetación natural que queda aquí incluye: (1) el tipo arbustivo semiárido llamado el paramillo, que es un tipo arbustivo más arriba de la línea de bosques y (2) el páramo, pastizal de las montañas altas. Las recolecciones en el primer tipo se hicieron en Huigra, Chimborazo y del segundo tipo en Quito, Pichincha. Esta flora andina se extiende hacia el norte hasta Colombia y el occidente de Venezuela y hacia el sur hasta Perú y Bolivia y aún más allá.

La expedición no fué a los bosques del Ecuador oriental que incluyen el bosque montano de las laderas orientales de los Andes y el bosque tropical, amazónico y húmedo del Oriente. Este último forma parte del extenso bosque de la cuenca amazónica de Brasil, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Aparentemente las especies forestales de los bosques tropicales de las vertientes Atlántico y Pacífico de los Andes del Ecuador no están estrechamente relacionadas, siendo las elevadas montañas probablemente una barrera efectiva contra la migración. La mayoría de las especies forestales tropicales, relativamente pocas, comunes a ambos lados de los Andes tiene un área de distribución amplia, casi continua a través del norte de América del Sur o se encuentra también en América Central. Algunas de esas especies ampliamente distribuídas son: Trema micrantha, Chlorophora tinctoria, Minquartia guianensis, Carapa guianensis, Apeiba

aspera, Ochroma lagopus y Terminalia amazonia. Sin embargo, por lo menos algunas especies forestales tropicales tienen una distribución no relacionada entre ambas vertientes de los Andes según anotado en la lista del margen de la distribución.

Un análisis completo de las relaciones de las floras de las regiones forestales del Ecuador no puede hacerse hasta que se efectúen más recolecciones adicionales y se conozca mejor la flora del Ecuador. Entre tanto, un análisis excelente y detallado hecho por Chapman (6) de la distribución de los pájaros ha indicado algunos de los patrones de distribución que son de esperarse tengan lugar también entre las plantas y sugiere algunos problemas sobre el origen y distribución de la vida en los Andes, que puede que se aplique tanto a la flora como a la fauna. Chapman ha expresado que la zona seca de la parte sudoeste del Ecuador puede haber sido continua hacia el norte y que la zona forestal tropical húmeda del noroeste del Ecuador puede ser una extensión relativamente reciente hacia el sur desde el oeste de Colombia, asociada con un clima más húmedo después del levantamiento de los Andes.

## Nuevas Especies y Nuevos Registros

En conjunto, más de 30 especies de esta colección se están publicando en otros sitios como nuevas. Harold N. Moldenke ha publicado como tal a Dermatocalyx panduratus y Cornutia australis var. occidentalis. El autor (12) ha publicado las 19 nuevas especies que siguen: Heisteria cyathiformis, Hirtella carbonaria, H. pauciflora, Brownea disepala, B. puberula, B. angustiflora, Humiria procera, Erythrochiton carinatus, Tetragastris varians, Guarea polymera, Trichilia floribunda, Belotia australis, Matisia alata, M. grandifolia, Clusia plurivalvis, C. polystigma, Neosprucea pedicellata, Symplocos ecuadorensis y Aspidosperma elatum. Varias especies nuevas han sido propuestas en los generos Ficus e Inga y en las rubiáceas, pero no han sido publicadas aún. Especímenes incompletos de los siguientes géneros, así como varios otros representan probablemente especies aún sin describir: Ampelocera, Ficus, Virola (4), Hieronyma, Huberodendron y Pouteria (2). De un modo general, cerca del 8 por ciento de las especies se describen como nuevas. Sin embargo, si la colección hubiese sido hecha en una época más favorable, el material obtenido hubiese sido mejor y el porcentaje de especies nuevas casi el doble. Tres especies adicionales no fueron identificadas cuando se recolectaron en el Ecuador, pero luego fueron descritas de colecciones anteriores en Colombia o Perú: Inga obscura Macbr., Conostegia cuatrecasii Gleas. y Miconia centronioides Gleas.

Cerca de 60 especies de la colección aparentemente se señalan en el Ecuador por primera vez, de acuerdo con las áreas de distribución publicadas en monografías y floras y con el material en el Herbario Nacional de Estados Unidos. El primer grupo de nuevos registros para el Ecuador contiene especies en cuyo área de distribución conocida está comprendido el Ecuador y cuya presencia es de esperarse, tales como especies previamente registradas en Colombia y Perú o también especies de amplia distribución en los trópicos americanos. Ejemplos de este tipo

son: Beilschmiedia sulcata, Abarema jupunba, Inga ingoides, I. ruiziana, I. thibaudiana, Zygia latifolia, Swartzia crocea, Zanthoxylum rhoifolium, Cedrela fissilis, Guarea trichilioides, Cupania cinerea, Pachira aquatica, Calophyllum longifolium, Symphonia globulifera, Banara mollis, Laetia procera, Terminalia amazonia, Coutaria hexandra, Faramea occidentalis, Genipa caruto y Palicourea macrophylla.

Otro grupo de especies que se encuentran desde América Central hasta Colombia ahora han sido recolectadas hacia el sur, en Ecuador. Algunas de ellas son árboles del bosque tropical húmedo que se extiende desde el oeste de Colombia hacia el sur, hasta la provincia de Esmeraldas. Una parte de éstos tiene también una distribución más amplia en el Nordeste de América del Sur hasta las Guayanas y Brasil. Entre éstos se incluyen: Trema integerrima, Brosimum utile, Castilla panamensis, Ficus panamensis, Achatocarpus nigricans, Hernandia sonora, Chloroleucon mangense. Inga coruscans, Poponax flexuosa, P. pennatula, Platymiscium pinnatum, Pterocarpus officinalis, Turpinia paniculata, Billia columbiana, Pelliciera rhizophorae, Ardisia compressa, Enallagma latifolia y Psychotria grandis.

Tres especies centro-americanas, si los especímenes se han identificado correctamente, no habían sido encontradas anteriormente en América del Sur: Celtis schippii, Sorocea affinis y Heisteria macrophylla. Las siguientes especies se conocían sólo en Colombia: Pourouma chocoana, Inga cycladenia (segunda colección), Pseudovouapa stenosiphon, Tetrorchidium gorgonae (segunda colección), Vismia baccifera, Miconia caudata e Isertia pittieri. Phyllanthus huallagensis, P. rubellus y Marila tomentosa del Perú se han extendido hacia el norte hasta Ecuador.

Otro grupo interesante de extensiones del área de distribución quizás de mayor significación es aquel de las especies del este de los Andes, como en la parte amazónica de Brasil, Perú y Colombia, que se encontraron por primera vez en la vertiente que mira hacia el Pacífico. Entre estas especies tropicales hoy día de extensión conocida en ambas vertientes de los Andes están: Clarisia racemosa, Erythrochiton brasiliensis, Gloeospermum sphaerocarpum, Lunania parviflora, Bellucia grossularioides, Henriettella sylvestris, Miconia lasiocalyx y Sommera sabicoides.

Seis de las especies nuevas pertenecen a géneros que no se sabía existían en Ecuador. De estos géneros dos eran monotípicos y los otros tenían poco menos de diez especies cada uno. Dermatocalyx se conocía por una sola especie en América Central. La distribución geográfica de Belotia se extendía de México a Panamá y Colombia y era conocida también para las Indias Occidentales. Los otros 4 géneros son aparentemente nuevos para las vertientes del Pacífico en América del Sur. Humiria se registró desde Brasil y las Guayanas hasta Colombia y Costa Rica, Erythrochiton desde México hasta Brasil y Perú y Tetragastris desde las Indias Occidentales y América Central hasta Brasil. Neosprucea se conocía de una especie en Brasil, Colombia y Perú. Registros genéricos adicionales están representados entre las especies sin determinar. Huberodendron contiene dos especies descritas, ambas del Brasil amazónico y Gallesia dos especies de la parte amazónica de Brasil, Bolivia y Perú.

Aparentemente cerca de 15 especies en la colección se habían conocido previamente sólo por los tipos ecuatorianos. Dos de éstas: Dialyanthera gordoniaefolia (A.DC.) Warb. y Cordia macrantha Chod. no se habían encontrado desde que fueron recolectadas para el herbario de Ruiz y Pavón, quizás por Tafalla en "Guayaquil", cerca de 150 años antes. Siete especies, conocidas sólo por los especímenes de Eggers que él encontró en El Recreo, Manabí, se encontraron en otras localidades ecuatorianas. En la colección están representados topotipos de varias especies descritas originalmente para Guayaquil.

Sólo siete especies de esta colección son nativas tanto de Ecuador como Estados Unidos, aunque varias otras se encuentran en ambas naciones como resultado de la introducción. Estas siete, que se encuentran en la parte tropical de Florida y que incluyen 4 especies de los manglares costaneros son: Andira inermis, Sapindus saponaria, Rhizophora mangle, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa, Avicennia nitida (también en Luisiana y Tejas) y Enallagma latifolia.

## Lista Anotada

La lista anotada de los especímenes de árboles recolectados en el Ecuador Occidental, que aparecen en las páginas 223 a 285 del texto en inglés, contiene los nombres científicos y comunes, tamaño de los árboles, notas sobre las maderas comerciales incluyendo descripciones y usos, otras notas económicas, habitat y zona de vegetación en que se encuentran, citas de especímenes y distribución geográfica. Los nombres científicos se rigen por las Reglas Internacionales de Nomenclatura Botánica y los nombres comunes en español son los que tienen los especímenes en el lugar en que se recolectaron. Se han añadido en paréntesis los nombres comunes en inglés de ciertos árboles ampliamente distribuídos naturalmente o cultivados. También aparece por separado una lista en orden alfabético de los nombres comunes con los correspondientes nombres científicos.

Los datos sobre los tamaños incluyen la altura total, por lo general calculada, de los árboles y los diámetros medidos o calculados de los troncos a la altura del pecho (d.a.p. a cerca de 1.4 metros o sean 4.5 pies sobre el nivel del suelo), o más arriba de las raíces zancos si las tienen. Estas cifras se basan en los árboles de los cuales no se tomó material de herbario, así como de aquellos ejemplares de los que se tomaron muestras. Las notas descriptivas sobre las características de la corteza se registraron y copiaron en las etiquetas y no se han repetido aquí. Los datos sobre las maderas comerciales y sus usos se han tomado condensándolas del informe de reconocimiento (9) y fueron preparados en su mayor parte por J. Edson Myer.

Los especímenes aparecen citados por provincia, localidad y según los números de colección del autor. La elevación aproximada aparece señalada en la lista de localidades donde se hicieron las recolecciones. Las regiones o zonas de vegetación donde se encuentran las especies siguen la terminología usada en la discusión de la vegetación del Ecuador Occidental. La distribución geográfica fuera del Ecuador se ha recopilado

de las publicaciones y colecciones en el United States National Herbarium.

La lista incluye más de 400 especies de árboles y algunas especies adicionales de arbustos. Se han incluído 327 especies determinadas, incluyendo determinaciones dudosas, 81 especies con sólo el género determinado y 14 especies adicionales nuevas aún sin nombrar ni publicar.

## Résumé

Cette collection d'echantillons des arbres de l'ouest de la république de l'Equateur est une partie de l'étude faite par le Service Forestier des Etats Unis en 1943. Plus de 400 essences, y inclus plus de 30 essences publiées ailleurs comme nouvelles et environ 60 autres comme nouvelles pour l'Equateur sont representées dans cette collection de presque 700 échantillons. Une combination nouvelle dans Poponax, deux dans Chamaefistula et un nouveau nom dans Hamelia sont publiés ici. La majeure partie des travaux aux champs fut accomplie dans les provinces d'Esmeraldas, Pichincha, Los Ríos, Guayas et El Oro, mais quelques echantillons furent recolectés des provinces d'Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo et Bolívar. Quelques spécialistes aidèrent dans les déterminations. Samuel J. Record avait fait les détérminations de 92 des échantillons de bois de certaines essences representées dans cette collection d'herbier. La liste avec notes ici publiées contient les noms communs et scientifiques, taille des arbres, notes sur les bois économiques y inclus descriptions et usages, d'autres notes économiques, habitat et zone de végétation, citations des échantillons et distribution geographique. Il y a aussi une autre liste des noms communs avec les noms scientifiques qui peut être utile pour associer les noms communs de certains bois importants qui n'avaient pas été identifiés antérieurement à l'Equateur par leur noms scientifiques.

# THE CARIBBEAN FORESTER

El "Caribbean Forester", que se comenzó a publicar en julio de 1938 por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, es una revista trimestral gratuita dedicada a encauzar el mejor aprovechamiento de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Dasonomía y ciencias afines exponiéndoles los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes, y el trabajo realizado hacia la culminación de ese objetivo técnico.

Se solicitan contribuciones de no más de 20 páginas escritas en maquinilla. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible también incluir un resumen corto del estudio efectuado. Los artículos deben dirigirse al "Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, P. R."

---

The Caribbean Forester, published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done toward this end throughout the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico.

---

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Juillet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est un journal trimestrel de distribution gratuite dedié à l'encouragement du ménagement rationnel des forêts de la région caraïbe. Son but est entretenir des relations scientifiques de ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et systèmes mis à jour, avec les travaux faits pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On sollicite des collaborations de pas plus de 20 pages écrites à machine. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur en comprennant son titre ou position professionnel et un résumé de l'étude. Les articles doivent être adressés au "Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico".

UNITED STATES
MEXICO
GUATEMALA
HONDURAS
NICARAGUA
COSTA RICA
PANAMA
COLOMBIA

1.9622
T2C23

LIBRARY
CURRENT SERIAL RECORD
DEC 9 1948
U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

# The Caribbean Forester

U. S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE
FOREST SERVICE
TROPICAL FOREST EXPERIMENT STATION
RIO PIEDRAS, PUERTO RICO

VOL. 9, NO. 4

OCTOBER, 1948

CONTENTS

The dispersal and establishment of red mangrove, *Rhizophora*, in Florida . . . . . 299
Frank E. Egler, United States

Diseminación y establecimiento del mangle colorado, *Rhizophora*, en Florida . . . . . 311
(Traducción del artículo anterior)

The climate of the Luquillo Mountains and its significance to the people of Puerto Rico . . . . . 321
Frank H. Wadsworth, Puerto Rico

El clima de las Montañas de Luquillo y lo que significa para el pueblo de Puerto Rico . . . . . 336
(Traducción del artículo anterior)

Copey oak, *Quercus copeyensis*, in Costa Rica . . . . . 345
Elbert L. Little Jr., United States

El roble copey, *Quercus copeyensis*, de Costa Rica . . . . . 354
(Traducción del artículo anterior)

The Amazon Hylea, some notes on its development . . . . . 361
Eugene F. Horn, Brazil

La hilea amazónica, algunas anotaciones sobre su desarrollo . . 366
(Traducción del artículo anterior)

Five years of forest research on the north coast of Puerto Rico . . . . . 373
Frank H. Wadsworth, Puerto Rico

Cinco años de investigación forestal en la costa norte de Puerto Rico . . . . . 376
(Traducción del artículo anterior)

# THE DISPERSAL AND ESTABLISHMENT OF RED MANGROVE, RHIZOPHORA IN FLORIDA

Frank E. Egler
Aton Forest, Norfolk, Connecticut

The purpose of this report is to draw attention to two phenomena of the mangrove swamps hitherto either overlooked, or the importance of which has been underestimated: (1) the strong curvature of the hypocotyl in young seedlings recently established; and (2) the discontinuous age-class groups of pioneer communities fronting the sea. It is believed that these two phenomena are the keys to understanding certain important phases in the life history of this community. Other associated phenomena are also discussed.

The most recent factual basis for this paper lies in six days of critical observations in February, 1948, at stations from Key Largo to Key West. Sundry other observations were made during February and March, 1948, throughout southern Florida on both east and west coasts. Additional data, specifically on this problem, have accumulated from field work of the last twelve years, in Florida, Martinique, Colombia, Panama, British Honduras, Hawaii, the Dutch East Indies, Malaysia, and Ceylon. The mangrove swamps of all these areas possess fully the characteristics here described.

The author wishes to acknowledge his sincere appreciation to Leta Hughey, United States Forest Service, who has contributed the drawing in Figure 3. The photos are by the author.

## The Seedling that Should Plunk

> "In the first place he cleaned an old suit of armour which had belonged to some of his ancestors, and which he found in his garret, where it had lain for several ages, quite covered over with mouldiness and rust." From Vol. I of DON QUIXOTE, By Miguel de Cervantes Saavedra.

Seldom, in nature, is man permitted to make observations that reflect a more intricate and beautiful relationship to the environment, than those which pertain to the mangrove. Here is a plant growing in the most unfavorable of invironments, in the salty water of the ocean, exposed to the buffeting of waves and storms, and the burning of sun and wind. It is entirely logical that to succeed on such a site, evolution would

have endowed the species with cunning and curiously contrived adaptations. Let us examine one phase of the life history of this plant- the seedling.

The very first phenomenon that we notice is that which is fancifully and interestingly called by the term vivipary. Now, vivipary in animals refers to the giving birth of live young, as opposed to ovipary which is the bearing of eggs that continue actively to grow and eventually hatch, all outside the parent's body. Obviously therefore plants in general are to be considered oviparous, in that they produce fruits (eggs) which drop from the parent (are born), and then immediately continue active development until a young plant emerges (hatches). It is natural that we should expect vivipary to occur where the environment is alien and harsh, and unsuitable for the cradled contentment of a developing egg. Vivipary does occur, in the mangrove. The fruit (egg) does not drop from the parent, but hatches and begins to grow while still hanging. The hypocotyl elongates until it is often 30 centimeters long. The plumule continues to grow until it is 1-3 centimeters long. Like straight young warriors springing from the head of Minerva, the young plants are now ready to leave the parent.

But where is this new plant to go, equipped not with wings nor with flesh attractive to birds, with nothing but malodorous malignant muck below? Again, nature has come to the rescue and given the young seedling a form most excellently adapted to make it succeed in this unfriendly environment. The seedling is a perfect plummet, designed to drop and sink itself into the mud, even as we would plant a young tree. It is streamlined in form, as is a fish and an airplane, for ease in passing through the atmosphere. It is enlarged and heavy at the root end, so that it will keep right side up. It is sufficiently large and weighty so that it will sink deeply enough to remain upright. And, most wondrous, the lowest centimeter or so, that which is buried in mud, is brown, whereas the rest is green to permit immediate photosynthesis for the newly growing tree. There would be no use in having chlorophyll in the buried part, so the plant has conserved this much, and has moved it to the upper part where it will reach the light. Quickly roots are developed, and a new organism takes its place in the forest.

The author has carefully checked some 50 commonly used local floras, botany texts and research papers in several languages. He finds the above ideas supported, and no conflicting evidence presented. The mangrove, admittedly, is not mentioned in about half the volumes. Those which do mention the mangrove present viewpoints which presumably can be traced back to two German volumes, both published about 1898. Occasionally, as an afterthought, some of the authors may state that the seedling may float away, or may become established elsewhere. Small, in his manual of the southeastern United States flora, unimaginatively states that "the clavate precocious embryo when it falls into the water floats in a perpendicular position. When stranded on the muddy bottom it strikes root." But if in doubt as to what the seedlings do, look at them some day hanging on a tree, like miniature bombs ready to drop from their supports. One can almost hear them plunk, straight into the mud below.

In order to obtain some unbiased empirical information on the dispersal and establishment of Rhizophora, five situations have been investigated at various times during the past decade in various tropical countries. The situations are:

1. The frequency with which a seedling drops into the mud below, and actually there strikes root.

2. The manner in which the seedling floats.

3. The manner in which the seedling is stranded, strikes root, and begins growth.

4. The form and age of the plants in a typical upland-bay transect, showing either gradual continuous invasion of the bay, or step-like discontinuous invasion.

5. The problems of establishment in freshwater sites.

Points 1 and 2 can be dispensed with briefly. Points 3, 4, and 5 will be dicussed in the following three sections of this paper.

1. Repeated observations of marginal mangrove forest reveal the fact that they are dense, shady, and that they are usually not characterized by any understory of woody plants, either Rhizophora or any other species. For any Rhizophora to become so established is apparently a rare phenomenon. It is true, the author has found seedlings that had plummetted into the mud, but they were leaning against prop roots, and in all probability would neither strike root, nor mature if they did strike root. The Quixotic philosophy fails on several scores: (a) The seedlings are usually not high enough to develop sufficient speed of flight to sink far enough in the mud to support themselves upright. (b) The seedlings are curved, not straight, and would not plunk in properly anyway. Together with Dr. W. S. Phillips (now of the University of Arizona), the author has experimentally dropped and redropped over two-hundred seedlings at Coral Gables, Florida, in 1940, with results that support the contention. Davis (1940) has dropped several thousand seedlings, with similar results. (c) Even if the seedlings were high enough and straight enough, the seedlings would normally strike water, rather than mud, and would float away. (d) If mud were present during a low tide, the rising waters would lift the seedlings out because of their buoyancy, and float them away. In conclusion, to repeat, one does not find seedlings typically developing below a mangrove stand.

2. The floating of the seedling has been investigated experimentally by Davis (1940). As supported by the author's own observations in other countries, the seedling is first horizontal, and then floats more or less vertically.

Some interesting observations were made in Martinique in 1939 on vertically floating seedlings which had grounded in shallow quiescent water. Seedlings rested at an angle slightly off the vertical. Ripples served to rotate the plumule and in such a way that the hypocotyl point bored a cone into the soft mud. Thus the entire seedling tended to drop into that cone, and to assume a more upright position. The end effect was as if the seedling were planting itself. Marked seedlings were watched for several hours, and were looked for on following days. In no case was the effect of ripple-boring and the continuity of tide levels such that a seedling actually so "planted" became rooted and established. Davis (1940-376) believes that this phenomenon is highly important in the establishment of the seedling. To the contrary, the author feels that such establishment, though possible, is so highly improbable that it may be ignored for all practical purposes.

The Curvature of the Hypocotyl in Established Seedlings

In order to interpret the actual history of established seedlings, several thousand have been dug up and their characteristics clearly noted. Most of the studies were made in Martinique and Hawaii. Other tropical countries have supplied fewer observations. Several hundred were worked over in each of several areas in the Miami region. Observations have been made at every coastal area in southern Florida visited by the author. As a final check, over 1,000 were studied on the Florida Keys in February, 1948 (Fig. 1 and 2).

One observational fact is indisputable. Almost all seedlings show a marked curve in the lower part of the hypocotyl (Fig. 3 C). The concave side often shows wrinkles as if compressed. The convex side shows cracks, as if expanded and stretched. Roots are generally heavier and more numerous on the convex side.

This phenomenon has apparently been seen by some investigators. Coulter, Barnes and Cowles (1931), in Fig. 534 on p. 447, show clearly the bend of the hypocotyl. So also does Davis (1940) in pl. 9. On the other hand, Brown (1935), in Fig. 386 on p. 319, and Davis (1940), in Fig. 3 on p. 324, show straight rooted seedlings. These last two figures, however, are significantly diagrammatic, and one feels strongly that they were not drawn with living material at hand.

The interpretation of this curvature phenomenon is not difficult, and it leads to some very interesting and important conclusions. Without retracing the conceptual steps involved in its development, the author proposes the following hypothesis for the establishment of Rhizophora seedlings, a hypothesis which appears to be in accord with all known facts. The ripe germinated seed drops from the tree either into water or into mud. If into the mud, a rising tide will float it. The seedling floats with the currents, at first horizontally, then erect, although in which position may not be significant. During this stage, which may last for a year (Davis, 1940), the seedling can be carried for hundreds of miles. Eventually, the seedling is left horizontally stranded (Fig. 1 A) on

some mudflat from which the tides have abnormally withdrawn, as by persisting off-shore winds. Lying flat on the wet mud over a period of 2 to 4 days, roots develop and bind the hypocotyl end to the soil. (Planting experiments carried out in 1940 indicate that sufficient roots will not develop in less than two days). At this time, erection begins to take place (Fig. 1 B). Such erection is apparently due to a growth process inherent in the hypocotyl itself, as it is observed constantly in seedlings stranded on the beach above tide levels. Then the water returns; the area is flooded; and normal tidal changes again take place. Two forces now act in opposition. The buoyancy of the seedling tends to pull it out of the mud. The roots tend to hold it there. Assuming that the roots have developed sufficiently at the very end of the hypocotyl, the rest of the hypocotyl eventually swings up to its normal vertical position. Such a turning growth is undoubtedly facilitated by the buoyant effect of the water it is in, although the same growth takes place with no water at all. Results: a forced curvature of the hypocotyl, shown by the cracking on the stretched outer convex side, and the wrinkles on the compressed inner side (Fig. 1 C). If the depth of the water is not so great as to drown the seedling, the plant will grow, and tend to mature. The curvature of the hypocotyl is visible for several years to reveal its history.

In pulling up these seedlings it was found invariably that they were buried in 1-3 centimeters of muck or sand. This phenomenon has been given careful consideration as, superficially, it supports the plunk hypothesis, the boring hypothesis, and also suggests some contracting or down-pulling type of growth. Nevertheless, in view of that J-shape, of the cracks and wrinkles and of the locations of the seedlings, the author fails to have developed any suitable hypothesis involving plunking, boring or contraction. Neither has any colleague ever offered a suitable hypothesis. It would appear that such burial is nothing more than marine aggradation, and that the survival of the seedling is more or less dependent on this small but significant deposition. Since seedlings are not found showing the equivalent amount of erosion, it is suggested that when erosion does occur, the young seedling is exhumed and dies. The enormous number of dead slightly rooted seedlings of the tidal trash in mangrove areas support such a hypothesis.

Davis (1940) realized some of the difficulties in accounting for the existing distribution of young mangrove plants, difficulties which the present hypotheses resolve. He notes (p. 374) "that the hypocotyls are more often (slightly) curved than straight, and not many of them fall with enough force, or straight enough, to plant themselves on the spot." Also (p. 379), "young Rhizophora plants seldom become established in water averaging (more than) two feet deep ..." Furthermore (p. 380), "Plantings of Rhizophora in similar soils but in deeper water than that in which they usually grow showed that they do not survive in large numbers (with) a constant submergence depth of more than six inches above their tops... How some of the present mature swamps with soils almost constantly under two feet or more of water originated can only

Fig. 1.—Bluff-like edge of a mangrove thicket, southeastern Stock Island, Florida. Twenty-one young seedlings in the shallow water to the seaward of this bluff were pulled up. All showed the J-shape of the hypocotyl. (Margen en forma de "farallón" en un manglar. Veintiuna plántulas extraídas del agua somera mar afuera desde este sitio; todas mostraban un hipocótilo en forma de J).

Fig. 2.—Mangrove islands, southeastern Sugar Loaf Key, Flor ida at Harris Gap bridge. The numerous seedlings found in the shallow water here are typical of those which possess the J-shape. (Islotes de mangle. Las plántulas tienen forma de J.

be surmised. Their is no natural reproduction under the mature trees in such places, for the seedlings cannot establish themselves."

Rarely and abnormally, seedlings do become established which show a straight, not a J-shaped, hypocotyl. In about one percent of the cases of seedlings below an existing stand, this may be true. Such seedlings appear to have dropped to such a resting position among debris and prop roots. Among all such seedlings under a stand however, very few if any seem destined to survive. In another type of situation, common in Florida but rare elsewhere, mangrove seedlings may be washed inland into shallow brackish lacustroid areas where water levels are constant for long periods and where marsh vegetation keeps the seedling almost as stable as if it were in soil. On such sites, the author has occasionally found seedlings that appear to have started to root while suspended vertically in the water. Such reproduction, from the viewpoint of world vegetation, is statistically insignificant.

Complexly curved and S-shaped seedlings, when found, are attributable to various accidental movements after the hypocotyl has already assumed the J-shape. They offer no complications to the above hypothesis.

In conclusion, then, the curvature of the hypocotyl is considered to result from establishment in a horizontal position on a mud flat during a temporary period of abnormal low water and subsequent erection of the free end. It is by no means unusual to suggest that a vegetation type established itself in an extremely abnormal period. For example, in the Pacific Northwest, Sitka spruce becomes established after destructive windthrows. In the Lake States, many of the original pure stands of white pine had arisen following ancient fires. In the Southeast, cypress stands are believed to have arisen when the sites were dry, even though they have been under water as long as man has watched them.

## The Discontinuous Age-class Groups at the Sea-front

Observations have been made in many places at many times on the characteristics of the mangrove stands at the water front, at the place where they are considered to be invading the ocean, and to be turning water into land. There is remarkable consistency in all the stands in certain respects.

On the landward side, the red mangrove forest can be up to 25 meters in height. As one progresses seaward, the height gradually decreases until it is no more than 5 to 8 meters. Then it stops abruptly, at open water, forming a cliff-like front. This vegetational "bluff" is extremely typical, and has been seen for countless miles around islands, and continental shores in all tropical waters. Occasionally (possibly in quieter waters), there will be unusual development of prop-roots, and the plant appears literally to be "walking out to sea" (Fig. 1). Careful observation however shows that there is no significant development of shoots from these prop-roots, that seedlings do not become established among them, and that the phenomenon is not related to any significant advance of the community into the ocean.

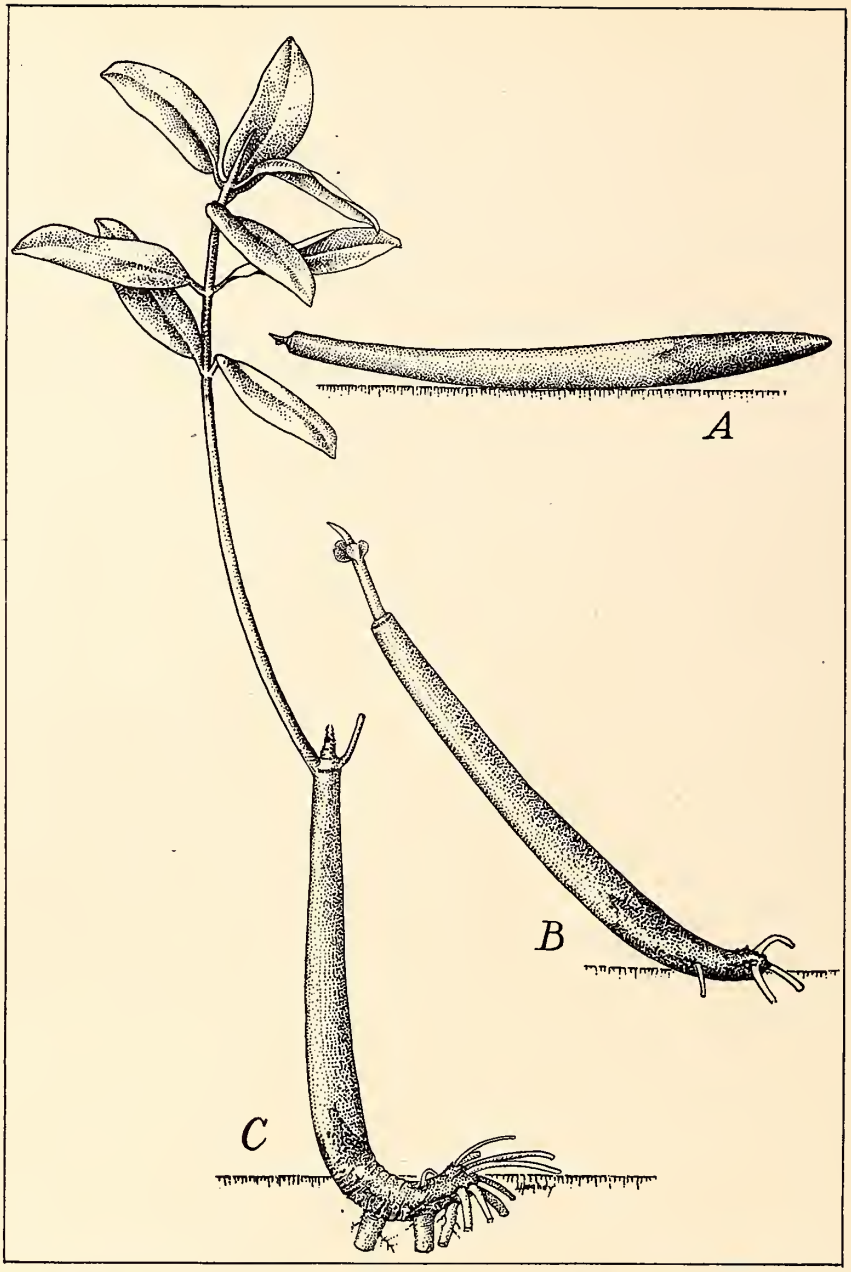



Fig. 3.— Three stages in the development of the mangrove seedling. A, seedling stranded on the mud. B, seedling rooted, and beginning to assume a vertical position. C, seedling firmly rooted; hypocotyl erect, showing cracks on the concave side. In this instance, the leader had been injured and a lateral shoot had developed in its place. For purposes of drawing, all roots in B and C have been severed close to the hypocotyl. (Tres etapas en el desarrollo de las plántulas de mangle. A, encalladas en el cieno, B, arraigada y empezando a asumir una posición vertical. C, firmemente arraigada).

Fig. 4.—Seedlings at the left have been grown for four months in a relatively salt-free soil. Seedlings at the right have been grown in soil with an initial dosage of sea water. (Las plántulas a la izquierda tienen cuatro meses de crecimiento en suelo relativamente sin sal; las de la derecha en un suelo con una dosis inicial de agua salada).

If one progresses landward from this "bluff", there is no significant development of seedlings; there is no apparent increase in age with distance from the bluff. In short, these water front communities give all the appearance of being even-aged, of having been established at a single time, and of not extending their area continuously.

Established seedlings up to one meter high, in open water, seaward from the bluff, are very typical of mangrove areas. They occur in large colonies, from several humdred square meters to several square kilometers at a time (Fig. 1, 2). They usually appear even-aged, and very young. Stands more than one meter high, beginning to look like a typical closed forest, are rare. Occasionally there will be scattered middle-sized plants forming a third age group. Davis (1940: plate 2) shows three distinct such age classes, though strangely he refers to this photo as an example of a dome-like formation with gradual increase in size of the plants.

To interpret the situations above described, the following hypothesis is suggested. Young even-aged stands begin to develop, after the J-shaped establishment already proposed. Eventually, a hurricane or severe storm completely destroys the entire stand, and returns the area to open water. This situation may happen repeatedly, as has been observed in Florida during the last decade. On certain rare occasions, a combination of storm-free periods with favorable growth will produce a stand of such stability that it will resist further heavy storms. Then, and only then, do the plants develop into a thicket or forest which has its own hurricane "bluff" which survives the battering of subsequent storms. To seaward of this new bluff develop new ephemeral communities of young seedlings. Such new communities can arise only on the concomitance of the various factors discussed in this paper, and are easily destroyed by severe weather. Occasionally large stands of mature forest are entirely killed by a hurricane, and then the entire area is set back several stages in this long and fluctuating cycle.

## Establishment on Freshwater Sites

The hypotheses presented above, together with preliminary studies of growth under different salinities, have interesting relationships to the establishment of red mangrove on freshwater sites.

The author assumes that the ecologic philosophy which demands that Rhizophora be considered an obligate halophile is passé. Rhizophora is a halophyte, but beyond that there is no direct field evidence.

If one may assume the validity of the hypotheses presented earlier in this paper, we can infer the purely mechanical problems of upstream invasion of Rhizophora. Outside of tidal areas, there are no currents by which the seedlings would be so floated. No other means of migration are known for this species. Even if it were so carried, contrary to normal stream flow, the extreme improbability of suitable water-level changes at that same time, is apparent. Furthermore, an evaluation of

the competition factor is unfavorable to the establishment of our hypothetical Rhizophora. For example, the normally dense riparian vegetation would preclude the opportunity for the seedling to anchor itself by root growth, and would also unfavorably shade the young plant.

That the salinity factor is not limiting, is revealed by three separate groups of data. (1) Winkler (1921) describes a mangrove grown successfully for many years in fresh water at the Hamburg botanical gardens. (2) The author has observed a Rhizophora which has grown for some years in a greenhouse in Washington, D.C. in fresh water. (3) The author has grown Rhizophora seedlings under saline and freshwater conditions. The experiments were preliminary and qualitative, but the results show that growth in fresh water is better than that of the normal saline environment.

For this last mentioned experiment, undeveloped seedlings were picked up on the shore at Matheson Park, near Miami, Florida, in July, 1941, and soaked for two days in fresh water. Fifteen seedlings were planted in each of two cans, in ordinary beach sand. One can was thoroughly wetted with ocean water. The other was wetted with freshwater. The cans were brought back and kept in the greenhouses of the New York State College of Forestry, Syracuse. Only fresh water was thereafter added to both cans. The saline content in one case was due only to that which may have been in the beach sand; in the other case, mainly to the initial dosage of sea water. Although the results for each seedling were somewhat variable, the development after four months (Fig. 4) showed outstandingly better growth for the freshwater plants. At the end of the four months, the plants were unearthed. Root development of the freshwater plants averaged (by detailed measurements) half again as much as for those in the brackish water. Chlorine content was at the rate of 50 pounds and 2,500 pounds per acre respectively, as determined in a soils class of Professor Heiberg, at the New York State College of Forestry. On the basis of these salinity data, one can infer that inland movement of the mangrove forest is not limited by the salt content of the substratum. Mechanical difficulties of upstream migration, together with the necessity of rooting on a temporarily unflooded site and of not being crowded out by normally dense freshwater marsh vegetation, appear to be sufficient to keep Rhizophora in its unfavorable marine environment.

## Summary

Normal establishment of mangrove seedlings and enlargement of the mangrove community is considered to be a discontinuous step-like process in space and time. It involves infrequent favorable periods, and frequent catastrophic setbacks. Seedlings generally drop from the trees and float with the currents. A group may become stranded on a flat laid bare by abnormally low water. They become rooted while lying horizontal on exposed mud. The free end of the buoyant seedlings grows upward, causing a permanent curvature in the hypocotyl. With the proper depth of water, the seedlings are not drowned, and a young stand begins to develop. Presumably, a storm or hurricane then completely destroys the stand. On

rare occasions, all factors are favorable, and a mature community develops, with a sea-fronting bluff which can resist further storm attacks. Individual plants or small groups, by some unusual concomitance of factors, can be established in isolation. Such establishment does not invalidate the general trends summarized above, as based on the experience of the author.

Upstream landward migration of the mangrove community is inferred to be unrelated to the salinity factor, since preliminary experiment shows increased growth with decreased salinity. The failure of upstream invasion may be related to factors of physical migration of the seedling, of suitable temporarily unflooded sites for rooting, and of competition with the normally dense growth of other plants.

## Literature Cited


(1) Brown, William H.

1935. The plant kingdom. 869 pp. New York: Ginn.

(2) Coulter, J. M., C. R. Barnes, and H. C. Cowles. Rev. by G. D. Fuller

1931. Textbook of botany. III. Ecology. 499 pp. New York: American Book.

(3) Davis, John H., Jr.

1940. The ecology and geologic role of mangroves in Florida. Carn. Inst. Wash. Publ. 517:303-412.

(4) Winkler, H.

1931. Einige Bemerkungen uber mangroven-pflanzen im hamburger botanischer Garen. Ber. Deut. Bot. Ges. 49:87-102.

(Traducción del artículo anterior)

## DISEMINACION Y ESTABLECIMIENTO DEL MANGLE COLORADO, RHIZOPHORA, EN LA FLORIDA

El propósito de este informe es señalar dos fenómenos peculiares de los manglares, que hasta la fecha han pasado desapercibidos o cuya importancia no ha sido apreciada lo suficiente. Se trata de la curvatura pronunciada del hipocótilo en las plántulas recién establecidas y la discontinuidad de los grupos de clases según las edades, de las comunidades que avanzan mar afuera. Se cree que estos dos fenómenos son la clave para explicar ciertas fases importantes del ciclo vital de esta comunidad. También se discuten aquí otros fenómenos interrelacionados.

La base más reciente sobre que se funda este artículo consiste, de hecho, de las observaciones escrupulosas acumuladas por espacio de seis días, en febrero de 1948, en estaciones desde Cayo Largo hasta Cayo West. En febrero y marzo de ese año se hicieron otras observaciones diversas en el sur de la Florida, en las costas este y oeste. Los datos adicionales específicos relativos a este problema han sido acumulados mediante el trabajo de campo llevado a cabo durante los últimos doce años, en Florida, Martinica, Colombia, Panamá, Honduras Británica, Hawaii, Indias Orientales Holandesas, Malasia y Ceilán. Los manglares de todas esas áreas poseen en pleno todas las características que aquí se describen.

El autor desea expresar su sincero agradecimiento a Leta Hughey del Servicio Forestal de los Estados Unidos, quien hizo el dibujo que aparece en la figura 3, página 306. Las fotografías fueron tomadas por el autor.

### La Plántula que Cayere Pesadamente

> "Y lo primero que hizo fué limpiar unas armas que habían sido de sus bisabuelos, que, tomadas de orín y llenas de moho, luengos siglos había que estaban puestas y olvidadas en un rincón." Don Quijote, Capítulo primero, Miguel de Cervantes Saavedra.

En la naturaleza el hombre raras veces tiene ocasión de observar una relación con el medio ambiente tan intrincada y bella como la que refleja el mangle. He aquí una planta que crece en el más desfavorable de los ambientes, en el agua salobre del mar, expuesta al azote de olas y tormentas, bajo un sol y un viento calcinantes. Es enteramente lógico que la evolución haya provisto a la especie de adaptaciones ingeniosa y curiosamente ideadas para lograr éxito en un medio estacional de esa índole. Examinemos una fase del ciclo vital de esta planta - la plántula.

El primer fenómeno que observamos es lo que caprichosa e interesantemente ha sido denominado viviparidad. En los animales la viviparidad consiste en dar a luz criaturas vivas, lo contrario a oviparidad que significa poner huevos que continúan su desarrollo y abren fuera del cuerpo

materno. Por lo tanto, obviamente han de considerarse las plantas en general como ovíparas pues producen frutos que caen de la madre e inmediatamente continúan un desarrollo activo hasta que emerge la plántula. Es natural que la viviparidad tenga lugar donde el ambiente sea hostil y tosco, inadecuado a la tranquilidad propicia a un huevo en desarrollo. El mangle es por lo tanto un caso de viviparidad. La fruta no cae de la planta sino que germina y empieza a crecer cuando aún está colgando. El hipocótilo se alarga hasta llegar comúnmente a 30 centímetros de largo. Como jóvenes guerreros derechos, saliendo de la cabeza de Minerva, las plántulas están entonces listas para dejar la madre.

¿Pero dónde ha de ir esta nueva planta carente de medios de dispersión como son las alas, o la pulpa para atraer a los pájaros, sin nada más que cieno maloliente debajo? Otra vez viene la naturaleza al rescate y provee a la planta de la forma más excelentemente adaptada para hacerla prosperar en este ambiente desfavorable. La plántula es una plomada perfecta, diseñada para caer y hundirse por sí sola en el cieno, tal como se hace al plantar un arbolito. Su forma es de tipo torpedo, como la de un pez o un aeroplano, para facilitar su paso por la atmósfera. Está más agrandada y pesada en la extremidad radicular de manera que quede hacia arriba la parte que corresponda. Y es más de admirarse aún el hecho de que el último centímetro más o menos, es decir, lo que ha de hundirse en el cieno, tenga un color pardo, mientras que el resto sea verde, para permitir la fotosíntesis inmediata necesaria a la planta en crecimiento. No sería de ninguna utilidad tener clorofila en la parte bajo tierra y la planta, conservadora, la ha distribuído hacia la parte superior que es por donde recibe la luz solar. Las raíces se desarrollan con rapidez y el nuevo organismo ocupa su lugar en el manglar.

El autor ha cotejado minuciosamente unos 50 librosentre los que se usan comúnmente, incluyendo floras locales, textos de botánica y trabajos de investigación en varios idiomas. Las ideas arriba expuestas están sostenidas, sin presentar evidencias en conflicto. Debe admitirse que no se menciona el manglar en cerca de la mitad de esos voluménes y aquellos que lo mencionan presentan puntos de vista que es de presumir pueden remontarse a dos tomos alemanes publicados ambos por el 1898. Como una idea tardía, algunos autores dicen ocasionalmente que la plántula puede alejarse flotando o puede establecerse en otros sitios. Small en su "Manual de la Flora del Sudeste de los Estados Unidos," expone que "el embrión precoz al caer en el agua flota en posición perpendicular y arraiga cuando se encalla en el cieno." Pero si existe duda en cuanto a lo que hacen las plantas, obsérvelas un día colgando del árbol como bombas en miniatura listas para caer de sus soportes. Uno casi puede oirlas caer pesadamente, derechas, dentro del cieno.

Para obtener información empírica e imparcial sobre la diseminación y establecimiento de Rhizophora se han investigado cinco sitios diferentes en varios países tropicales, en varias fechas durante la pasada década. Los puntos estudiados son:

1. La frecuencia con que la plántula cae en el cieno a sus pies, arraigando allí mismo.

2. La manera como flota la plántula.

3. La manera como encalla, arraiga y comienza a crecer.

4. La forma y edad de las plantas en una transección típica, bahía arriba, señalando ya sea una invasión gradual y continua de la bahía o una invasión discontinua, por fases.

5. Los problemas de establecimiento en sitios de agua dulce.

Los puntos 1 y 2 pueden discutirse brevemente. Los otros tres se discutirán en los siguientes subtópicos de este artículo.

1. Las observaciones repetidas efectuadas en manglares marginales revelan el hecho de que son densos, sombríos y que generalmente no están caracterizados por ningún estrato inferior de especies leñosas, ni de Rhizophora ni de ninguna otra especie. El que un Rhizophora se establezca de esa manera es aparentemente un fenómeno raro. Es cierto que el autor ha encontrado plántulas hundidas en el lodo pero estaban recostadas de raíces zancos. Y según todas las probabilidades nunca arraigarán y si lo hacen, no llegarán a adultos. La filosofía quijotesca falla en varios respectos: (a) Por lo regular las plántulas no están lo suficientemente altas para desarrollar la velocidad necesaria para hundirse en el cieno hasta una profundidad en que queden derechas. (b) Las plántulas son curvas y no derechas de manera que, de todos modos, no caerían adecuadamente. Junto con el Dr. W. S. Phillips (hoy día en la Universidad de Arizona) el autor ha dejado caer experimentalmente una y otra vez más de doscientas plántulas en Coral Gables, Florida, en 1940, con resultados negativos. Davis (1940) ha dejado caer varios miles de plantas con resultados similares. (c) Aún si las plántulas estuviesen lo suficientemente altas, donde normalmente caerían sería en el agua y no en el cieno, alejándose flotando. (d) Si hubiese cieno durante una marea baja, al subir la marea se llevaría las plántulas a flote. En conclusión, repetimos que no se encuentran plántulas creciendo bajo un rodal de mangle.

2. La manera en que flota la planta ha sido investigada experimentalmente por Davis (1940). Según lo corroboran las observaciones hechas por el autor en otros países, la plántula está primero en posición horizontal y después flota más o menos verticalmente.

En Martinica en 1939 se hicieron algunas observaciones interesantes en relación con plántulas que flotaban verticalmente después de haber caído en aguas someras y quietas. Las plántulas descansaban en un ángulo ligeramente fuera de la vertical. El movimiento del agua hacía rodar la extremidad de la plúmula de manera que la punta del hipocótilo hacía un hoyo en forma de cono dentro del cieno blando. Así la plántula entera tendía a dejarse caer en el cono para asumir una posición vertical. El efecto final era como si la plántula se estuviera plantando a sí misma. Se observaron por varias horas algunas plántulas previamente marcadas y se examinaron en los días siguientes. En ningún caso el efecto del agujereo ocasionado

por el movimiento del agua y los niveles de marea fué tal que las plántulas así plantadas arraigasen y se estableciesen. Davis (1940:376) cree que este fenómeno es muy importante en el establecimiento de la plántula. Por el contrario, el autor opina que tal establecimiento, aunque posible, es tan improbable que para efectos prácticos debe ignorarse.

## La Curvatura del Hipocótilo en Plántulas Establecidas

Para interpretar la historia real de las plántulas establecidas se desenterraron varios miles de ellas, observándose sus características. La mayoría de los estudios se hizo en Martinica y Hawaii. Se hicieron otras pocas observaciones en otros países tropicales. Varios cientos de observaciones se corroboraron en varias áreas de la región de Miami. Se han hecho observaciones en todo el área costanera del sur de la Florida visitada por el autor. Como prueba final más de 1000 observaciones se efectuaron en los Cayos de Florida en febrero de 1948 (Véanse las figuras 1 y 2, página 304)

Un hecho indiscutible fué observado. Casi todas las plántulas mostraban una curva marcada en la parte inferior del hipocótilo (Fig. 3C, página 306). La parte cóncava aparecía arrugada como si hubiese sido comprimida. La parte convexa se veía cuarteada como si se hubiese expandido y estirado. Las raíces son generalmente más pesadas y más numerosas en el lado convexo.

Este fenómeno aparentemente ha sido observado por algunos investigadores. Coulter, Barnes y Cowles (1931) en la figura 534 página 447 muestran claramente el doblez del hipocótilo. Lo mismo hace Davis (1940) en la lámina 9. Por el contrario, Brown (1935) en la figura 386, página 319 y Davis (1940) en la figura 3, página 324 muestran plántulas de raíces derechas. Sin embargo, éstas dos últimas figuras son significativamente diagramáticas y uno presiente que no fueron dibujadas teniendo a mano material vivo.

La interpretación de este fenómeno de curvatura no es difícil y lleva hacia algunas conclusiones muy interesantes e importantes. Sin volver a trazar los pasos conceptuales envueltos en su desarrollo, el autor propone la siguiente hipótesis en relación con el establecimiento de plántulas de Rhizophora, hipótesis que parece estar de acuerdo con los hechos conocidos. La semilla madura germinada cae del árbol, bien en el agua o en el cieno. Si cae en el cieno la marea alta la hará flotar. La plántula flota por la acción de las corrientes de agua, primero horizontal, luego verticalmente, aunque la posición puede no ser significativa. En esta etapa, que puede durar un año (Davis 1940), la plántula puede ser transportada cientos de millas. Eventualmente la plántula queda encallada horizontalmente (Fig. 1A página 304) en algún escollo de cieno del cual las mareas anormalmente se han retirado como cuando persisten los vientos mar afuera. Al permanecer de plano en el cieno húmedo, por un período de 2 a 4 días se desarrollan las raíces y atan al suelo la extremidad donde está el hipocótilo. (Los experimentos de plantación que se llevaron a cabo en 1940 indican que el desarrollo de raíces suficientes toma por lo menos

dos días). En ese tiempo comienza a tener lugar la erección (Fig. 1B, página 304). Esto se debe aparentemente a un procedimiento de desarrollo inherente en el hipocótilo en sí, según se ha observado constatemente en las plántulas encalladas en la bahía, sobre el nivel de las mareas. Entonces regresa el agua; se inunda el área y tienen lugar otra vez los cambios normales de marea. Dos fuerzas opuestas actúan ahora. La tendencia de la plántula a flotar tiende a sacarla del cieno. Las raíces tienden a dejarla como está. Si asumimos que las raíces se han desarrollado lo suficiente en la misma extremidad del hipocótilo, el resto del hipocótilo eventualmente se vira a su posición vertical normal. Tal crecimiento virado es sin lugar a dudas facilitado por el efecto de flotación del agua en que se encuentra, aunque lo mismo ocurre aunque no haya agua. Resultados una curvatura forzada del hipocótilo, demostrada por el cuarteo del lado convexo exterior estirado y las arrugas en el interior comprimido (Fig. 1C, página 304). Si la profundidad del agua no es tanta que ahogue la plántula ésta crecerá y tenderá a hacerlo hasta que llegue a adulta. Por varios años la curvatura del hipocótilo es visible evidenciando así esta historia.

Extrayendo plántulas del cieno se encontró que invariablemente estaban enterradas de 1-3 centímetros en el cieno o en la arena. A este fenómeno se le ha dado cuidadosa consideración ya que, superficialmente, apoya la teoría de la caída fuerte, la del agujereo en forma de cono y también sugiere en algo el tipo de crecimiento con contracción o halando hacia abajo. Sin embargo, en vista de la forma en J, de las rajaduras y las arrugas y de los sitios en que se localizaban las plántulas, el autor no ha podido desarrollar una hipótesis adecuada en cuanto a las tres hipótesis antes mencionadas. Ni tampoco ha podido ofrecer nunca ningún colega una hipótesis adecuada. Parece que tal entierro es nada más que una sedimentación marina y que la supervivencia de la plántula depende más o menos de este depósito pequeño, pero significativo. Como las plántulas no se encuentran mostrando la cantidad equivalente de erosión, ello sugiere que, cuando la erosión tiene lugar, la plántula joven se desentierra y muere. El enorme número de plántulas muertas, de pocas raíces y presentes en la basura de la marea, apoya tal hipótesis.

Davis (1940) se dió cuenta de algunas de las dificultades con que uno tropieza al tratar de explicar la distribución actual de las plantas jóvenes de mangle, dificultades que la presente hipótesis resuelve. El anota (p. 374) que "los hipocótilos son más a menudo (ligeramente) curvos que derechos y no son muchos los que caen con fuerza suficiente o no lo suficientemente derechos para plantarse por sí en el sitio". También (p. 379), "las plantas jóvenes de Rhizophora raramente se establecen en aguas de una profundidad promedio de (más de) dos pies..." Además añade (p. 380). "Los plantíos hechos con Rhizophora en suelos similares pero en aguas más profundas que las usuales mostraron que no sobreviven muchos (con) la constante sumersión a profundidades de más de seis pulgadas más arriba de su extremidad superior... Conjeturas es lo único que puede hacerse en cuanto a cómo se originaron algunos de los manglares adultos hoy día existentes, que están casi constantemente bajo dos pies o más de agua. No hay reproducción natural bajo los árboles adultos en tales sitios porque no pueden establecerse las plántulas de por sí."

Sólo rara y anormalmente es que se establecen las plántulas que muestran un hipocótilo derecho, en vez de tenerlo en forma de J. Esto puede ser cierto en cerca del uno por ciento de los casos en las plántulas presentes bajo un rodal. Tales plántulas parecen haber caído en tal posición descansada entre el detritus y las raíces zancos. Sin embargo entre esas plántulas bajo un rodal muy pocas están destinadas a sobrevivir, si es que en realidad algunas lo hacen. En otro tipo de situación común en Florida pero raro en otros sitios, las plántulas de mangle pueden ser arrastradas hacia el interior en áreas someras, salobres y lacustres donde el nivel del agua es constante por períodos prolongados y donde la vegetación del pantano conserva la semilla casi tan estable como si estuviera en el suelo. El autor ha encontrado ocasionalmente plántulas en tales sitios, que parecían haber comenzado a arraigar estando aún suspendidas verticalmente en el agua. Tal reproducción no es significativa estadísticamente, desde el punto de vista de la vegetación mundial.

Las plántulas curvas convexamente y en forma de S pueden atribuirse a varios movimientos accidentales después que el hipocótilo ha tomado forma de J. Tales plántulas no presentan ninguna complicación a la hipótesis anterior.

Concluyendo, se considera la curvatura del hipocótilo como el resultado del establecimiento en posición horizontal en un pantano durante el período temporero de agua anormalmente somera y el subsiguiente erguimiento de la extremidad libre. No es nada extraño sugerir que un tipo de vegetación se establezca en un período extremadamente anormal. Por ejemplo, en el noroeste del Pacífico el "Sitka spruce" se establece después de destructoras caídas por causa del viento. En los Estados de los Lagos, muchos de los rodales originales puros de pino blanco han surgido después de los fuegos de antaño. En el sudeste de Estados Unidos los rodales de ciprés se cree que se originaron cuando los sitios estaban secos, aún cuando han tenido agua desde que el hombre los conoce.

## Los Discontinuos Grupos de Clases Según la Edad en las Tierras Costaneras

Se han hecho observaciones en muchos sitios y muchas ocasiones, con relación a las características de los manglares en las tierras costaneras en el sitio donde se consideran como que están invadiendo el mar, tornando en tierra el sitio ocupado por el agua. Existe una notable consistencia en todos los rodales en ciertos respectos.

Hacia el lado de la tierra el mangle rojo puede llegar hasta 25 metros de altura. Según se avanza mar afuera la altura va gradualmente disminuyendo hasta que no tiene más de 5 á 8 metros. Entonces cesa abruptamente en mar abierto, formando una fachada a modo de farallón. Este risco de vegetación es extremadamente típico y ha sido visto a lo largo de incontables millas alrededor de islas y costas continentales en todas las aguas tropicales. Ocasionalmente (posiblemente en aguas más quietas), se encuentra un desarrollo excepcional de raíces zancos y la planta parece literalmente que está "andando hacia el mar." (Véase la Fig. 1). Sin embargo

si observamos con cuidado no vemos: (1) ningún desarrollo significativo de brotes en estas raíces zancos; (2) que las plántulas no se establecen entre esas raíces y (3) que el fenómeno no está relacionado con ningún avance significativo de la sinecia hacia el mar.

Si uno avanza tierra adentro desde ese "farallón" no ve ningún desarrollo significativo de plántulas; no hay ningún aumento aparente en edad según aumenta la distancia hacia afuera desde el farallón. En resumen, estas comunidades de tierras costaneras muestran todas las apariencias de ser coetáneas, de haberse establecido al mismo tiempo y de no estar extendiendo su área continuamente.

Las plántulas establecidas que tienen hasta un metro de altura en mar abierto, situadas mar afuera desde el farallón, son muy típicas de los manglares. Se encuentran en grandes colonias extendiéndose por varios cientos de metros cuadrados, hasta varios kilómetros cuadrados (Fig. 1 y 2). Por lo regular parecen coetáneas y muy jóvenes. Los rodales de más de un metro de altura, que empiecen a semejar un bosque cerrado son cosa rara. Ocasionalmente habrán plantas de tamaño mediano dispersas, formando un tercer grupo según la edad. Davis (1940: lámina 2) muestra tres clases distintas según la edad, aunque es de extrañar que se refiera a esa fotografía como un ejemplo de una formación en forma de bóveda con aumento gradual en el tamaño de las plantas.

Se sugiere la siguiente hipótesis para interpretar las situaciones arriba descritas. Después del establecimiento en forma de J empiezan a desarrollarse rodales coetáneos jóvenes. Eventualmente un huracán o una tormenta fuerte destruye completamente el rodal dejando el área abierta otra vez. Esto puede pasar repetidamente según ha sido observado en la Florida durante la última década. En ciertas raras ocasiones, una combinación de períodos carentes de tormentas y crecimiento favorable producen un rodal de tal estabilidad que resistirá el ataque ulterior de tormentas fuertes. Entonces y sólo entonces es que las plantas forman un matorral o bosque que tiene su propio "farallón" contra los huracanes y que sobrevive al ataque de tormentas subsiguientes. Hacia el mar desde ese farallón nuevo se desarrollan comunidades efímeras de plántulas jóvenes. Tales comunidades nuevas pueden surgir sólo mediante la concomitancia de los diversos factores discutidos en este artículo y son fácilmente destruídas por malas condiciones atmosféricas. Ocasionalmente un huracán destruye grandes rodales de bosques maduros y entonces toda esa superficie retrocede varias etapas en este ciclo largo y fluctuante.

## Establecimiento en Sitios de Agua Dulce

La hipótesis anterior, junto con estudios preliminares sobre crecimiento bajo diferentes grados de salinidad, tiene relación interesante con el establecimiento del mangle rojo en sitios de agua dulce.

El autor asume que ya caducó la filosofía ecológica que demanda que el Rhizophora sea considerado como una planta halófila obligada. Rhizophora es una planta halófita, pero más allá de eso no hay evidencia directa de campo.

Si uno asume que son válidas las hipótesis presentadas anteriormente en este artículo, podemos inferir los problemas puramente mecánicos con que tropieza una invasión corriente arriba de Rhizophora. Fuera de las áreas bajo influencia de la marea, no hay corrientes en las cuales pueda flotar la plántula. No se conoce ningún otro medio de migración de esta especie. Aún si fuera transportada en contra de la corriente normal, es aparente la extrema improbabilidad de que existan también a la vez cambios adecuados en el nivel del agua. Además, una evaluación del factor competencia es desfavorable al establecimiento de nuestro Rhizophora hipotético. Por ejemplo, la vegetación de los ríos normalmente densa no le brindaría oportunidad a la plántula para anclarse por sí propia mediante crecimiento radicular y además proyectaría una sombra desfavorable a la plántula.

Tres grupos separados de datos revelan que el factor salinidad no es limitante. (1) Winkler (1921) describe un manglar que ha crecido satisfactoriamente por espacio de muchos años en agua dulce en los jardines botánicos de Hamburgo. (2) El autor ha observado un Rhizophora que ha crecido por varios años en agua dulce en un invernadero en Washington, D.C. (3) El autor ha cultivado plántulas de Rhizophora en condiciones salinas y de agua dulce. Los experimentos eran preliminares y cualitativos pero los resultados muestran que crece mejor en agua dulce que en el ambiente salino normal.

Para realizar este último experimento se cogieron "in situ" plántulas sin desarrollar en el parque Matheson, cerca de Miami, Florida, en julio de 1941 y se pusieron en agua dulce por espacio de dos días. En dos barriles se plantaron treinta plántulas en arena de playa corriente; uno de los barriles se regó con agua de mar y el otro con agua dulce. Los barriles se trajeron a invernaderos del New York State College of Forestry en Syracuse. De ahí en adelante sólo se le añadió agua dulce a ambos barriles. El contenido salino en un caso se debió sólo a aquel que pudiera tener la arena de la playa; en el segundo caso principalmente a la dosis inicial de agua de mar. Aunque los resultados para cada plántula variaban algo, el desarrollo después de cuatro meses (Fig. 4, página 307), mostraba notablemente mejor crecimiento en las plántulas de agua dulce. Al cabo de cuatro meses se desenterraron las plantas. Al medirse el crecimiento radicular (por mediciones detalladas) el tamaño de las raíces de las plántulas en agua dulce era media vez mayor. El contenido en cloro era de 50 a 2,500 libras por acre respectivamente, según fué determinado en una clase de suelos por el profesor Heiberg, en el New York State College of Forestry. Tomando como base esos datos sobre la salinidad puede inferirse que el traslado del manglar tierra adentro no está limitado por el contenido de sal del substrato. Las dificultades mecánicas de migrar contra la corriente, junto con la necesidad de arraigar en un sitio temporalmente sin inundar y la necesidad de no ser desalojado por la vegetación normalmente densa de agua dulce parecen ser suficientes para mantener al Rhizophora en su ambiente marino desfavorable.

## Resumen

El establecimiento normal de las plántulas de manglar y el ensanchamiento de la comunidad de mangle se considera un proceso discontinuo y por etapas en el tiempo y el espacio. Este proceso incluye períodos favorables poco frecuentes y reveses catastróficos frecuentes. Por lo general las plántulas caen de los árboles y flotan con las corrientes de agua. Un grupo puede que encalle en un pantano somero debido a una marea anormalmente baja. Allí arraigan mientras permanecen horizontalmente en el cieno expuesto. La extremidad libre de las plántulas flotantes crece hacia arriba, causando una curvatura permanente en el hipocótilo. Con una profundidad de agua adecuada las plántulas no se ahogan y empieza a desarrollarse un rodal. Una tormenta o huracán puede destruir completamente el rodal. En raras ocasiones todos los factores son favorables y se desarrolla una comunidad adulta con un farallón cara al mar que puede resistir futuras tormentas. Plantas individuales o pequeños grupos, por alguna concomitancia excepcional de factores, se establecen aislados. Basado en la experiencia del autor, el establecimiento no le quita validez a las tendencias generales resumidas anteriormente.

La imposibilidad de migración tierra adentro y río arriba del manglar se infiere que no está relacionada con el factor salinidad ya que el experimento preliminar muestra un crecimiento mayor con menor salinidad. Esa imposibilidad puede estar relacionada con factores tales como impedimentos de la migración física de la plántula, de falta de sitios adecuados al arraigamiento temporalmente sin inundar y por la competencia con otras plantas que crecen normalmente en población densa.



## Résumé

### L'Extension et l'Installation du Manglier Rouge, Rhizophora à Floridas

L'établissement normal des plantules de manglier et l'extension de la communauté de mangrove est considéré comme un procédé discontinu et par phases dans le temps et l'espace. Ce procédé comprend des périodes favorables mais rares et des catastrophes fréquentes. En général, les plantules tombent des pieds mères déjà germées et flottent avec les vagues. Un groupement peut s'échouer dans un terrain plat dépourvu d'eau à cause d'une marée anormalement basse. Elles s'enracinent pendant qu'elles sont dans une position horizontale sur la boue exposée. L'extrémité libre des plantules flottantes croît en haut, produisant une courbure permanente de l'hypocotyle. Avec une profondeur appropriée d'eau les plantules ne se noyent pas et la formation d'un peuplement commence. Probablement, un orage détruit complètement le peuplement. En rares occasions, tous les facteurs y étant favorables, se développe une communauté, avec une escarpement du côté de la mer, qui peut résister à des orages nouveaux. Les plants seuls ou en groupements, par une concomitance peu commune des facteurs peut s'installer isolément. Une telle installation d'aucune manière invalide les tendances résumées ci-dessus, selon les experiences de l'auteur.

L'invasion du manglier remontant à l'interieur n'est pas interdite par le facteur salinité. Selon les essais préliminaires faits par l'auteur le manglier croît mieux avec diminution de la salinité. L'échec de l'invasion vers l'intérieur peut se rapporter aux facteurs physiques de migration des plantules; à l'absence des endroits convenables à l'enracinement (provisoirement sans inonder) et à la compétence offerte par la structure dense et sombre des autres arbres.

## A PRESS RELEASE FROM THE DEPARTMENT OF SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH

### Flooring Hardwoods

### Their Wear and Anatomical Structure

A report of great interest was published in March 1948, dealing with the behaviour of hardwood flooring under heavy industrial and other traffic. The report shows how the suitability of hardwoods for flooring can be judged. It is "Forest Products Research Bulletin No. 21 - Flooring Hardwoods".

This bulletin is of particular interest at the present time, when many new hardwoods from the Empire and foreign countries are being introduced to the trade as possible substitutes for well-known hardwoods, now unobtainable, for industrial and other floors.

An explanation is provided of the phenomenon of surface wear and breakdown. Photo-micrographs show that, in general, the resistance of wood surfaces to actual breakdown is not entirely related to density; it is appreciably affected by anatomical structure, particularly the arrangement, size and distribution of the pores. Coarse-textured hardwoods with very large pores show most disintegration of surface under abrasive action, whereas very small-pored fine-textured woods retain greatest permanency of surface. The technique of microscopic examination as a quick means of assessing wearing qualities is also discussed.

A point of practical importance is that guidance regarding anatomical structure of these new hardwoods can be obtained by means of a hand lens. This, coupled with a knowledge of their densities and also a knowledge of the structure and behaviour under traffic of the commonly known flooring hardwoods, provides data to enable a broad indication to be made of the wearing qualities of the unknown timbers.

# THE CLIMATE OF THE LUQUILLO MOUNTAINS AND ITS SIGNIFICANCE TO THE PEOPLE OF PUERTO RICO[1/]

Frank H. Wadsworth, Silviculturist
Tropical Forest Experiment Station
Puerto Rico

Puerto Rico, now more than ever before, is giving attention to its resources. Its natural resources are looked upon as the raw materials of production. Its human resources are considered a means of converting raw materials into consumer goods. Most resources are exhaustable and must be used conservatively. Some, such as minerals, are not only exhaustable but are non-renewable. Others, such as soil and forest, may be renewed by wise husbandry. A third type of resource, which may be considered inexhaustable, includes favorable climate.

Favorable climate should be recognized as a resource. Without it land use, and even human habitation may be difficult or impossible. It is as much a factor of agricultural production as is the soil (the character of which is dictated by climate). We must respect the limitations of climate, but we must also take advantage of its favorable features.

The climate of Puerto Rico is generally favorable for habitation and for agriculture. It varies from hot and dry to cool and wet. The latter extreme is to be found in the Luquillo Mountains. Since the climate of these mountains appeared to have special significance in dictating proper use of this area by the people of the island, it was made the subject of the study here reported.

## THE LUQUILLO MOUNTAINS

The Luquillo Mountains comprise an approximately circular area of about 75 square miles in the northeastern part of the island (See Figure 1). They rise abruptly only 5 miles from the seacoast, which surrounds them on the north, east, and southeast. They are isolated from other mountains. The highest peak, El Toro, is 3,532 feet above sea level. The topography of the mountains is rough, composed of high sharp ridges and deep valleys. Ten valleys radiate outward from the central peaks.

The Luquillo uplift is itself the dominating force in the distinctive features of the climate of the region. These mountains present the first

---

1/ Paper presented at meeting of Sociedad Americana de Ciencias Agrícolas, Mayaguez, Puerto Rico, October 8, 1948.

high barrier confronting moisture-laden trade winds which have come westward across more than 3,000 miles of the Atlantic Ocean.

## PAST STUDIES OF CLIMATE

Previous studies of mountain climate in Puerto Rico are of two types: (1) general studies of the climate of the island which distinguish the mountains as a separate province, of which the work of Fassig (2, 3, and 4) is an outstanding example, and (2) analyses of mountain rainfall to determine the potentialities of damsites for power or domestic water yield, such as those of Bock (1) and Hall (5). The U. S. Weather Bureau publishes periodically cumulative summaries of temperature and precipitation records at interior and coastal stations. As far as is known, however, no detailed analysis of mountain climate as a resource, such as is attempted here, has been made.

## NATURE OF OBSERVATIONS

The study centers around observations made at high elevation in the Luquillo Mountains. Data from this area are then compared with those from coastal Puerto Rico near the base of the mountains, and with those from similar elevation in the central mountains. Thus an attempt is made to describe not only the climate of the Luquillo Mountains but also the degree and manner in which it differs from that of the balance of the island.

The four stations studied in detail are as follows:

La Mina.- Located on an east slope in the heart of the Luquillo Mountains, representing an elevation of approximately 2,350 feet above sea level[1/] See Fig. 1.

Fajardo.- Located near the sea coast on the eastern end of the island at an elevation of 40 feet, only about 9 miles east of La Mina, yet sufficiently to the windward of the mountains to be practically free of their climatic influence. See Fig. 1.

Guineo.- Located about 50 miles west of La Mina in almost the center of the island. This station is at 3,000 feet, about 700 feet higher than La Mina, but it is believed to be the most comparable central mountain station.

---

1/ During the first half of the period of record this station was located at about 2,200 feet elevation. It was then moved about 1/2 mile southwest to about 2,500 feet elevation. The data for the entire period are combined.

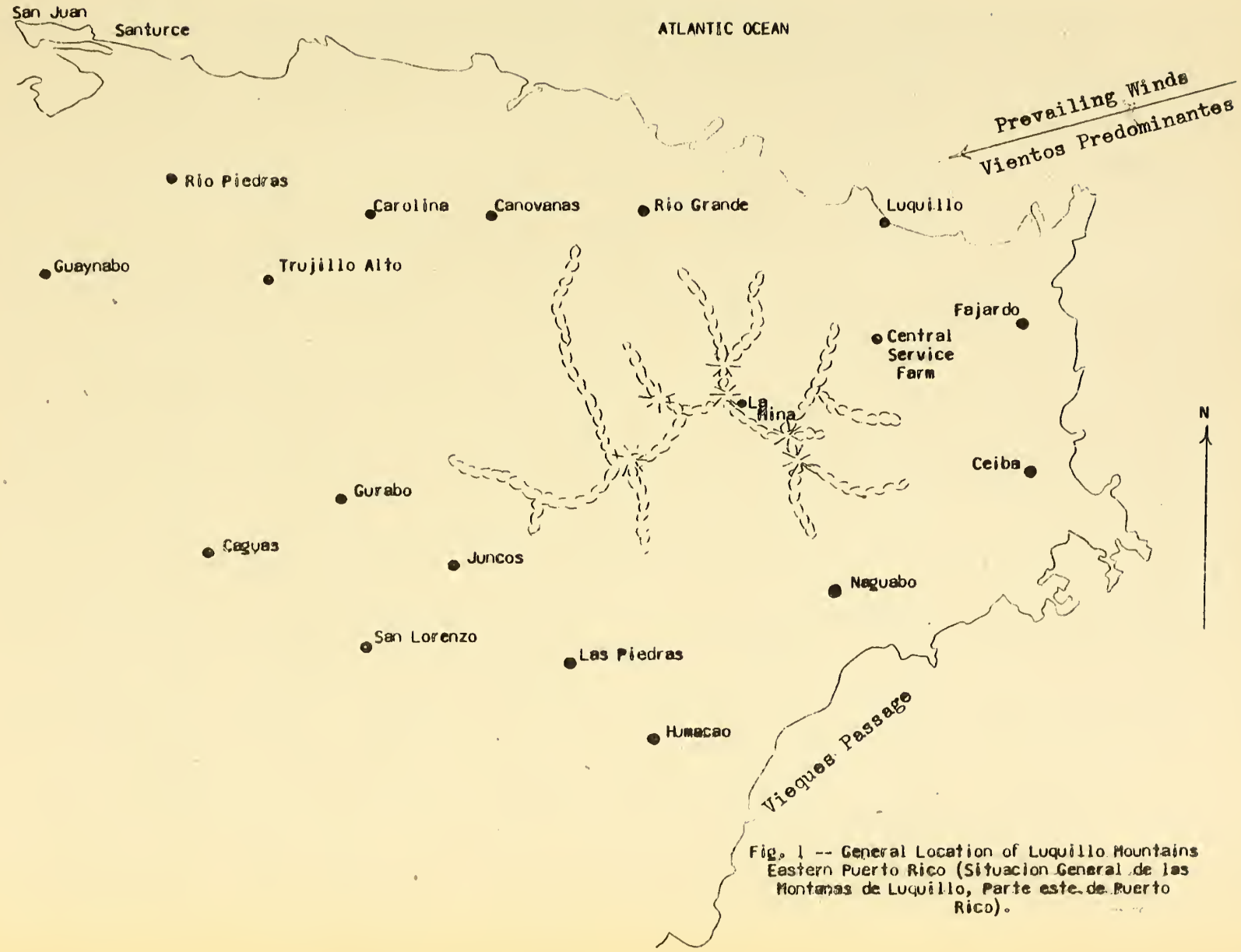



Fig. 1 -- General Location of Luquillo Mountains Eastern Puerto Rico (Situacion General de las Montanas de Luquillo, Parte este de Puerto Rico).

Central Service Farm.--Located at an elevation of 230 feet, about 5 miles northeast of La Mina, in the foothills, but clearly to the windward of the main uplift. See Fig. 1. The climate of this station is similar to that of Fajardo and is included in the analysis only where Fajardo data are lacking.

The period of record of La Mina, the key station, is that used in direct comparisons. This is from 1935 to 1943, inclusive for monthly temperature and precipitation, and from 1938 to 1942 for recording raingage data. These periods are not as long as might be desired, but are believed to permit reliable conclusions regarding many relationships.

Most of the observations analyzed were made previous to this study. Included are standard records of the U. S. Weather Bureau on temperature and rainfall. These were collected by the Puerto Rico Water Resources Authority, Central Fajardo, and the U. S. Forest Service. Other data studied, from Fergusson type recording raingages, were collected cooperatively by the Soil Conservation Service and the Forest Service, and partly summarized by the Puerto Rico Reconstruction Administration. In addition, certain new records were collected on humidity and wind with the cooperation of Dr. D. C. MacDowell of the Institute of Tropical Meteorology of the University of Puerto Rico and of Mr. M. F. Harris of the Weather Bureau.

Acknowledgement is due Dr. MacDowell and Messrs. E. H. Marx, T. L. Long, and Harris of the Weather Bureau for guidance in the analysis.

## ANALYSIS OF OBSERVATIONS

The four indices of climate studies: temperature, precipitation, atmospheric humidity, and wind, are analyzed individually here.

### Temperature

Annual temperature summaries for the different stations are presented in Table 1. La Mina is seen to be 9° cooler and Guineo 12° cooler than Fajardo. The difference between La Mina and Fajardo is constant throughout the day and night, as indicated by the equality of the differences between mean maxima and mean minima. The difference in elevation between La Mina, and Fajardo is about 2,310 feet. There is therefore, a decrease of 1°F in temperature for every 260 feet rise in elevation.

The extreme low temperatures in the mountains, particularly at Guineo, are much lower than at Fajardo. Guineo is cooler than La Mina, largely because of the 700-foot difference in elevation. At Guineo the diurnal temperature fluctuations are greater than at the other stations apparently because it is less influenced by the moderating effect of the sea.

Table 1.—Annual temperature summaries. (Resúmenes de las temperaturas anuales)

Three stations in Puerto Rico
(Tres estaciones en Puerto Rico)
1935-1943

| Station (Estación) | Mean (Promedio) | Maximum (Máxima) | | Minimum (Mínima) | | Daily Range (Fluctuación diaria) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mean (Media) | Extreme (Extrema) | Mean (Media) | Extreme (Extrema) | Mean (Media) | Extreme (Extrema) |
| | °F | °F | °F | °F | °F | °F | °F |
| La Mina | 70 | 76 | 90 | 64 | 52 | 12 | 29 |
| Fajardo | 79 | 85 | 93 | 74 | 62 | 12 | 27 |
| Guineo | 67 | 75 | 85 | 59 | 40 | 16 | 24 |

Monthly temperatures are compared in Figure 2. The trends are seen to be similar. The coolest month at all stations is February. The hottest month at La Mina is September, whereas for the other stations it is August.

## Precipitation

The outstanding feature of the climate of the Luquillo Mountains, the heavy precipitation, is shown in Table 2. The contrast with the other stations is striking when it is remembered that Fajardo is only about 9 miles from La Mina and that Guineo is 700 feet higher than La Mina. Fajardo, because of its location on the windward coast of the island, receives only those showers which build up over the sea. La Mina, on the other hand, is in a region of uplifted, turbulent, cooled air, in which showers form very frequently. Guineo, although higher than La Mina, receives air from which some of the moisture has already been extracted by the eastern mountains.

Assuming conservatively that average annual precipitation for the Luquillo Mountains is 120 inches, more than 160,000,000,000 gallons of water fall on the area annually.

The annual fluctuation of rainfall is wide, as shown by the last two columns of Table 2. Apparently variation of 20 to 30 percent on either side of the mean is frequent. The amplitude of the fluctuations is similar at all stations, but all extremes were not recorded concurrently.

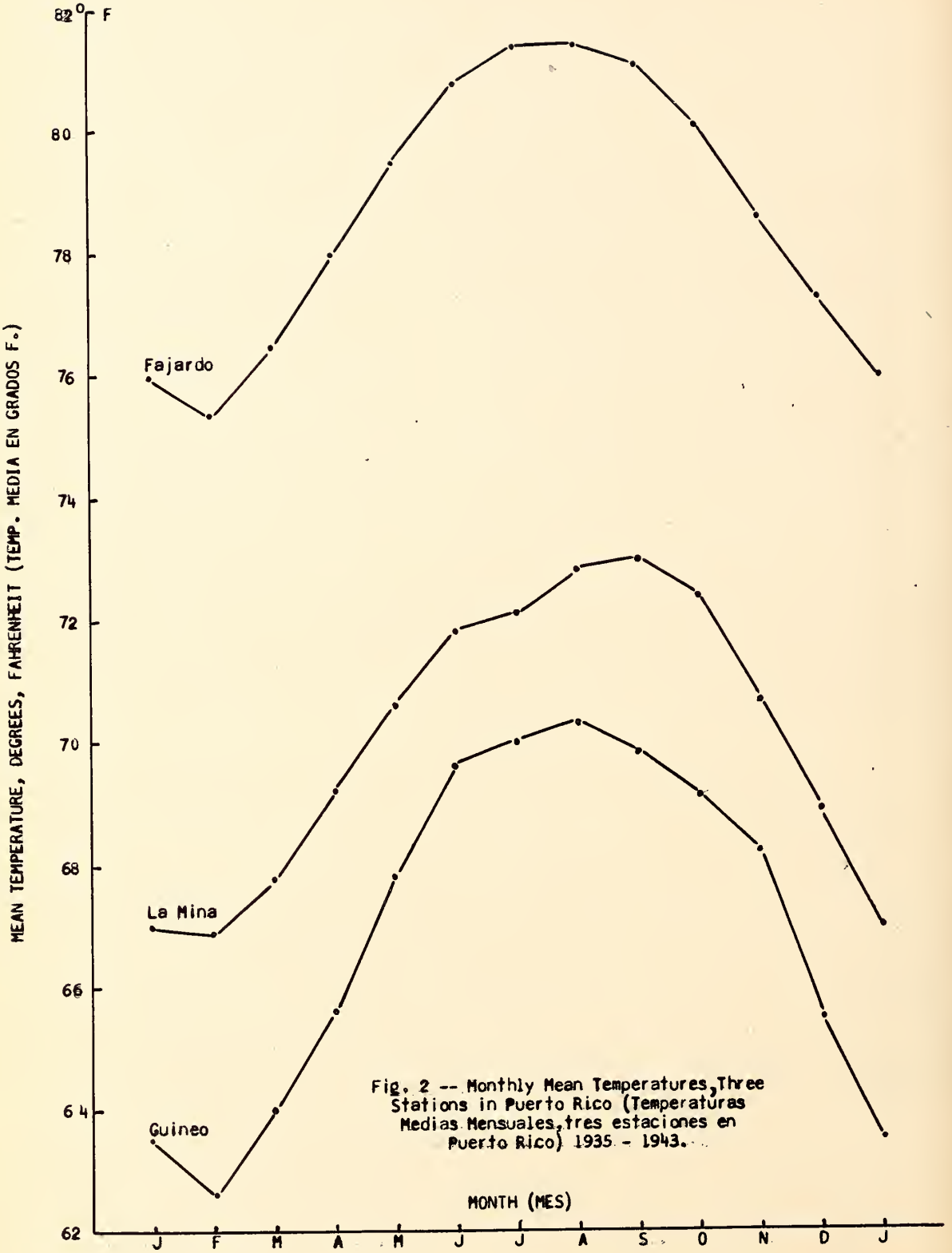



Fig. 2 -- Monthly Mean Temperatures, Three Stations in Puerto Rico (Temperaturas Medias Mensuales, tres estaciones en Puerto Rico) 1935 - 1943.

Table 2.—Annual precipitation summaries. (Resúmenes de las precipitaciones anuales)

Three stations in Puerto Rico
(Tres estaciones en Puerto Rico)
1935 - 1943

| Station (Estación) | Annual Precipitation (Precipitación anual) | Extreme maximum (Máxima extrema) | Extreme minimum (Mínima extrema) |
|---|---|---|---|
| | Inches (Pulgadas) | Inches (Pulgadas) | Inches (Pulgadas) |
| La Mina | 183.47 | 253.79 | 146.72 |
| Fajardo | 66.77 | 83.02 | 47.46 |
| Guineo | 112.48 | 131.39 | 89.53 |

The distribution of rainfall throughout the year is shown in Figure 3. A general similarity of pattern is seen. The driest month is March at all stations. A second low is experienced in July. Peak rainfalls occur in May at all stations. October is another peak month at Guineo and Fajardo, and November at La Mina. The La Mina precipitation pattern is distinctive because of the relatively heavy rainfall in November, December, January, and February.

The average annual number of rainy days at La Mina is 269, or about three out of four. At Fajardo there are 157, or about three out of seven. At Guineo there are 192, or about one out of two.

There are occasional relatively dry periods in the Luquillo Mountains. For example, during 35 days in 1936 only 0.09 inch of rain fell at La Mina.

The maximum 25-hour precipitation recorded is 16.05 inches at La Mina, 10.30 inches at Fajardo, and 8.10 inches at Guineo. Evidently the occurrence of exceptionally heavy storms is not closely related to the annual precipitation of an area. Prior to the period studied rainfall of 41 inches was recorded in 3 days in the Luquillo Mountains about two miles south of La Mina (5), yet at Naguabo, on the eastern coastal plain, 19 inches fell in 12 hours (2).

Concurrent recording raingage records at La Mina and the Central Service Farm are available for 23 months. Analysis appears in Table 3.

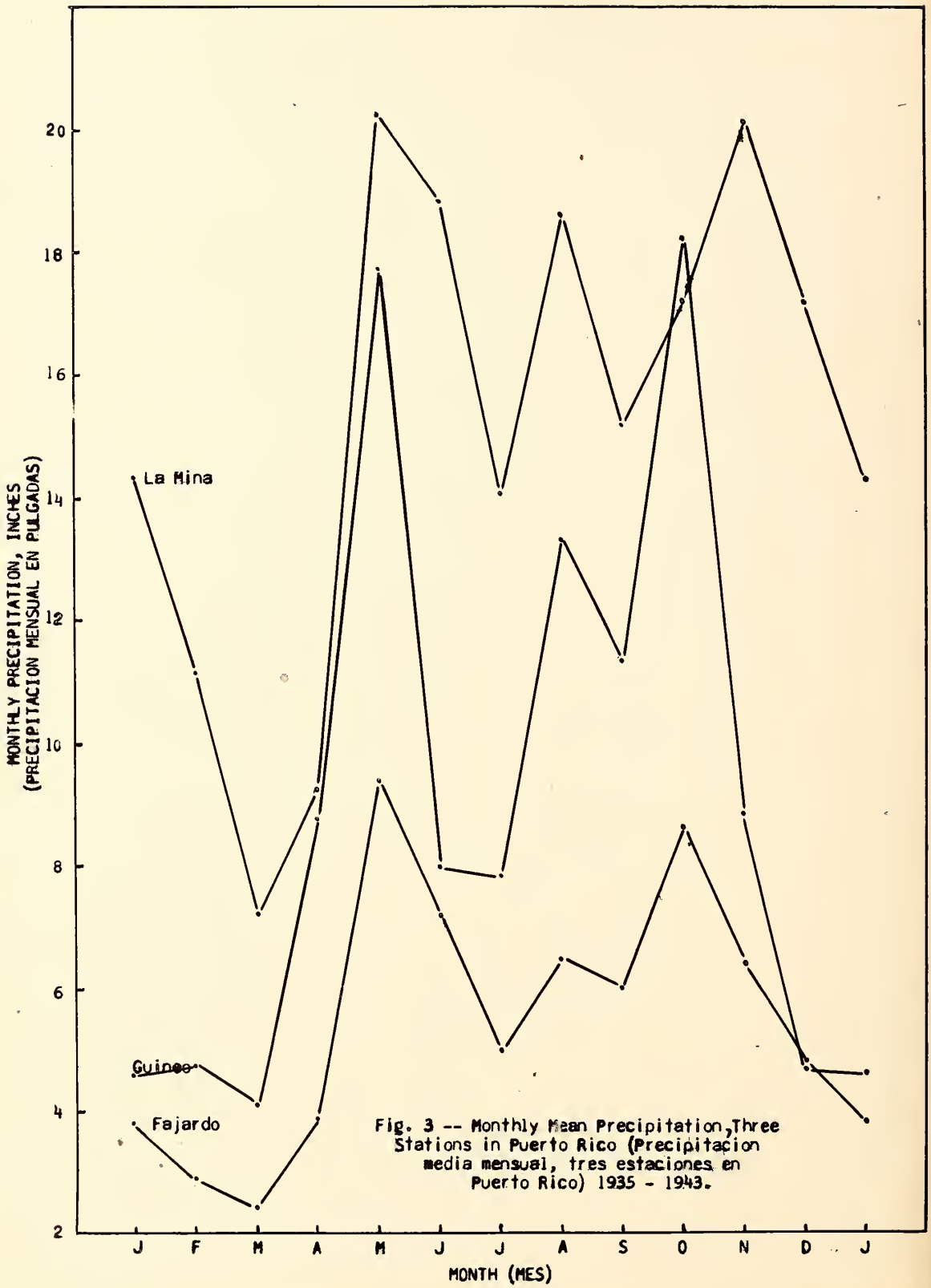



Fig. 3 -- Monthly Mean Precipitation, Three Stations in Puerto Rico (Precipitacion media mensual, tres estaciones en Puerto Rico) 1935 - 1943.

Table 3.—Analysis of recording raingage data

(Analísis de registro - Datos de pluviómetro)

Two stations in Puerto Rico
(Dos estaciones en Puerto Rico)
Twenty-three months between 1938 and 1942
(Veintitrés meses entre 1938 y 1942)

| Item (Factor) | Unit (Unidad) | La Mina | Central Service Farm |
|---|---|---|---|
| Annual number of showers (Cantidad de aguaceros anuales) | number (número) | 1,625 | 531 |
| Rainfall per shower (precipitación en cada aguacero) | inch (pulgada) | 0.10 | 0.17 |
| Duration per shower (Duración de cada aguacero) | minutes (minutos) | 19 | 29 |
| Annual duration (Duración anual) | days (días) | 21 | 11 |
| | hours (horas) | 18 | 8 |
| | minutes (minutos) | 38 | 44 |
| | % of year (% por año) | 6.0 | 3.1 |
| Average intensity (Intensidad promedio) | inch/hour (pulgadas/hora) | 0.30 | 0.35 |
| Maximum intensities (intensidades máximas) | | | |
| 5 minutes (minutos) | inches/hr. (pulgadas/hora) | 7.50 | 8.00 |
| 20 minutes (minutos) | inches/hr. (pulgadas/hora) | 4.40 | 5.00 |
| 60 minutes (minutos) | inches/hr. (pulgadas/hora) | 2.56 | 2.40 |
| 120 minutes (minutos) | inches/hr. (pulgadas/hora) | 1.63 | 1.30 |
| Percent of total rain during daytime (6 AM - 6 PM) (Por ciento de precipitación total diurna) | percent (por ciento) | 55 | 50 |

Table 3 shows that about three times as many showers fall in the mountains as on the coastal plain, but in the mountains each shower produces only about 60 percent as much rainfall and lasts only about 60 percent as long as on the coast. In the mountains it rains twice as much of the time as on the coast, yet even in the mountains rain falls only 6 percent of the time.

Average rainfall intensity is higher on the coast because of fewer light showers. Maximum intensities are as great on the coast as in the mountains, thus showing that heavy downpours may occur anywhere.

In the mountains, probably because of the greater importance of convection showers, about 20 percent more falls during the day than at night. On the coast rainfall is evenly divided between day and night.

The character of a rainy day in the Luquillo Mountains is shown clearly by the raingage record. November 16, 1939, a day with a typical pattern of light showers, but with more than the usual amount of precipitation, exemplifies this kind of weather. The record for this day appears in Table 4.

Table 4.—Shower pattern at La Mina, November 16, 1939

(Patrón de aguaceros en La Mina, 16 de noviembre de 1939)

| Rain started (Empezó a llover) | Rain ended (Terminó de llover) | Duration (Duración) | | Precipitation (Precipitación) |
|---|---|---|---|---|
| | | Hours (Horas) | Minutes (Minutos) | Inches (Pulgadas) |
| 12:15 A.M. | 1:25 A.M. | 1 | 10 | 0.15 |
| 1:53 A.M. | 2:15 A.M. | | 23 | 0.04 |
| 3:30 A.M. | 3:35 A.M. | | 5 | 0.01 |
| 4:50 A.M. | 4:53 A.M. | | 3 | 0.01 |
| 5:15 A.M. | 5:18 A.M. | | 3 | 0.03 |
| 5:30 A.M. | 6:20 A.M. | | 50 | 0.15 |
| 7:15 A.M. | 7:20 A.M. | | 7 | 0.02 |
| 7:52 A.M. | 7:55 A.M. | | 3 | 0.01 |

Table 4.—Cont.

| Rain started (Empezó a llover) | Rain ended (Terminó de llover) | Duration (Duración) | | Precipitation (Precipitación) |
|---|---|---|---|---|
| | | Hours (Horas) | Minutes (Minutos) | Inches (Pulgadas) |
| 8:28 A.M. | 8:30 A.M. | | 2 | 0.01 |
| 8:45 A.M. | 9:17 A.M. | | 32 | 0.32 |
| 9:43 A.M. | 9:48 A.M. | | 5 | 0.04 |
| 9:54 A.M. | 10:00 A.M. | | 2 | 0.08 |
| 10:08 A.M. | 10:15 A.M. | | 7 | 0.08 |
| 11:17 A.M. | 11:20 A.M. | | 3 | 0.04 |
| 11:25 A.M. | 11:30 A.M. | | 5 | 0.08 |
| 11:43 A.M. | 11:48 A.M. | | 5 | 0.02 |
| 12:18 P.M. | 12:20 P.M. | | 2 | 0.01 |
| 12:45 P.M. | 2:15 P.M. | 1 | 30 | 0.70 |
| 3:05 P.M. | 3:38 P.M. | | 33 | 0.17 |
| 3:45 P.M. | 4:00 P.M. | | 15 | 0.16 |
| 4:07 P.M. | 4:15 P.M. | | 8 | 0.05 |
| 4:40 P.M. | 4:50 P.M. | | 10 | 0.07 |
| 5:25 P.M. | 7:15 P.M. | 1 | 50 | 1.29 |
| 8:13 P.M. | 9:10 P.M. | | 57 | 0.05 |
| 10:05 P.M. | 10:30 P.M. | | 25 | 0.12 |
| 11:18 P.M. | 12 Mt. | | 32 | 0.08 |
| 26 showers (26 aguaceros) | | 10 | 07 | 3.79 |

People near La Mina on November 16 undoubtedly described it as rainy "all day". The record shows, however, that it rained only about 40 percent of the time. Thus it is seen why clear days may be rare at La Mina even though it rains only 6 percent of the time. Thirty-one showers fall during an average week.

The west slopes evidently are drier than the east, as indicated by records of 18 raingage stations in and near the mountains. This is probably a result of prevailing easterly winds. No consistent difference from north to south is apparent.

## Atmospheric Humidity

Clouds, fog, and rain, all indicators of high humidity, are frequent in the Luquillo Mountains. Hygrothermograph records collected during April and May, 1948 at various points above 2,000 feet elevation showed that relative humidity usually ranges between 95 and 100 percent on cloudy days and during the night. During clear days, however, extremes as low as 50 percent were recorded, comparing favorably with low readings on the coast. On the west slopes night humidity below 80 percent is occasional.

## Wind

The only known records of wind in the Luquillo Mountains were taken in the fall of 1936, and these are confined to a few peaks. Observations were made with a stationary anemometer on Twin Peak, near Mount Britton, at an elevation of about 3,000 feet above sea level. This peak is located in a natural wind trough, with ridges toward the northeast and southeast directing the easterly winds to this point. During 36 hours in the week of September 9 the wind averaged 23.7 miles per hour. For the same period the average wind velocity on the coastal plain at San Juan was 9.8 miles per hour. Additional records at Twin Peak during October 1946 showed an average velocity of 15.4 miles per hour for 76 daytime hours. Night winds during 112 recorded hours, had an average velocity of 19.7 miles per hour.

A gust of 67 miles per hour was recorded by a portable anemometer on El Toro Peak on August 19, 1946 a day of normal winds elsewhere on the island.

## CONCLUSIONS

The most important conclusions derived from this analysis of the climate of the Luquillo Mountains are as follows:

1. The temperature of the Luquillo Mountains, both diurnal and nocturnal, is 8 to 12 degrees cooler than on the adjacent sea coast.

2. The temperature of the Luquillo Mountains corresponds approximately to that of the central mountains at equal elevations.

3. The daily range of temperature in the Luquillo Mountains is equal to that on the adjacent coast, and less than that in the Cordillera Central.

4. The precipitation of the upper Luquillo Mountains is nearly three times that on the adjacent coast and considerably exceeds that of the central mountains.

5. The monthly distribution of rainfall in the upper Luquillo Mountains is similar to that elsewhere on the island, except that rainfall continues to be heavy from November into February.

6. In the upper Luquillo Mountains there are nearly twice as many rainy days as on the adjacent coast.

7. Occasional droughts of 30 days or more are characteristic of the Luquillo Mountain climate.

8. Maximum rainfall intensities are no higher in the Luquillo Mountains than on the coast.

9. Three times as many showers fall in the upper Luquillo Mountains as on the adjacent coast, an average of 1,625 being recorded annually.

10. The average shower of the Luquillo Mountains lasts 19 minutes and produces 0.10 inch of precipitation. An average shower on the adjacent coast lasts 50 percent longer and produces about 50 percent more rain.

11. Rain falls in the Luquillo Mountains about 6 percent of the time as compared with about 3 percent on the adjacent coast.

12. The showers of the Luquillo Mountains are somewhat less intense, on the average, than on the coast.

13. About 20 percent more rain falls during the day than at night in the Luquillo Mountains; on the coast it is evenly divided.

14. A typical rainy day in the Luquillo Mountains is characterized by frequent light showers.

15. Atmospheric humidity is usually high in the Luquillo Mountains, but on clear days relative humidity may drop into the 50's.

16. Winds on the peaks are frequently high, and average much higher than on the coast.

## SIGNIFICANCE OF THE LUQUILLO MOUNTAIN CLIMATE

It has been pointed out that climate can profoundly influence the value of an area for human use. It has also been shown that the climate of the Luquillo Mountains is different from that of other parts of the island. This difference is unfavorable in some respects and favorable in others.

The climate of the Luquillo Mountains is unfavorable to human use of the area in the following respects:

1. Precipitation is so heavy that soils are highly leached and low in agricultural productivity.

2. Precipitation is so heavy that land clearing for cultivation induces accelerated erosion at a rate that quickly destroys the topsoil.

3. Precipitation is so heavy that only a few crops can be produced.

4. Heavy precipitation, cool temperature, occasional low humidity and high winds in the upper area limit vegetation to a scrubby type of forest of low productivity.

5. Precipitation is so frequent that prolonged or permanent residence in the area is unpleasant.

The climate of the Luquillo Mountains is favorable in the following respects:

1. The temperature is pleasant the year around.

2. The heavy and well distributed precipitation makes the area the island's most reliable source of hydroelectric pouwer and domestic water.

3. Wind on the peaks appears to be sufficient to drive turbines for the generation of electricity.

4. The cool, moist climate of the protected lower slopes produces luxuriant and useful forest.

The Luquillo Mountain area, in spite of the unfavorable aspects of its climate, can, if properly developed, be as important to the island, acre for acre, as almost any other rural area. This development, considering the climate as here described, should include the following plans.

1. Expand existing forest recreation facilities to take advantage of cool temperature and beautiful scenery, recognizing, however, that the equally cool, yet drier Cordillera Central has a more favorable climate for this purpose.

2. Develop hydroelectric power wherever practicable within the area, to make available more electricity for domestic use and industrial development.

3. Perfect domestic water systems within the area for adjacent communities, possibly including the San Juan metropolitan area.

4. Investigate thoroughly the possibilities of wind power development, and develop if practicable.

5. Leave native vegetation undisturbed on high ridges and steep slopes, to protect the soil and control water runoff.

6. Discontinue cultivation of the slopes and dedicate lower area to forest production under types of management which protect watershed values.

## Literature Cited


1. Bock, Carl A.

1945. Planing report on the proposed Río Blanco extension. Puerto Rico Water Resources Authority, Engineering and Construction Division, San Juan (unpublished).

2. Fassig, O. L.

1910. The climate of Porto Rico. The register of Porto Rico for 1910.

3. _____

1911. The normal temperature of Puerto Rico. Monthly Weather Review. 39:299-322.

4. _____

1916. Tropical rains, their duration, frequency and intensity. Monthly Weather Review. 44:329-337.

5. Hall, W. M.

1938. Hicaco dam cost estimate. Rural Electrification Division of Puerto Rico Reconstruction Administration (Unpublished).

(Traducción del artículo anterior)

## EL CLIMA EN LAS MONTAÑAS DE LUQUILLO Y LO QUE SIGNIFICA PARA EL PUEBLO DE PUERTO RICO[1/]

Puerto Rico le está prestando hoy día mayor atención que nunca a sus recursos. Sus recursos naturales son considerados como la materia prima de la producción, sus recursos humanos como un medio para convertir esa materia prima en bienes de consumo. La mayoría de los recursos son agotables y deben usarse conservadoramente. Algunos, como por ejemplo los minerales, son no solamente agotables sino irrenovables. Otros, como lo son el suelo y el bosque, pueden renovarse mediante sabia ordenación. Un tercer tipo de recursos, que puede considerarse inagotable, es un clima favorable.

Un clima favorable debe reconocerse como un recurso. Sin él, es difícil o imposible la utilización de la tierra y aún más, la habitación humana. Es un factor en la producción agrícola, así como lo es el suelo (cuya naturaleza depende del clima). Debemos respetar las limitaciones del clima, pero también debemos sacar ventajas de sus aspectos favorables.

Por lo general el clima de Puerto Rico es favorable a la habitación y a la agricultura. Fluctúa entre caliente-seco y fresco-húmedo. Con este último extremo nos encontramos en las montañas de Luquillo. El estudio que aquí se informa derivó su tema del hecho que el clima de estas montañas parecía tener un significado especial en la determinación del uso adecuado de esta zona de parte del pueblo isleño.

### Las Montañas de Luquillo

Las montañas de Luquillo se componen de un área más o menos circular, de unas 75 millas cuadradas situadas al nordeste de la isla. (Véase la fig. 1, pág. 323). Estas montañas se elevan abruptamente a sólo 5 millas de la costa, que las rodea por el norte, este y sudeste. Están aisladas de otras montañas. El Toro, que es el pico más alto, tiene una altura de 3,532 pies sobre el nivel de mar. La topografía de las montañas es accidentada y está compuesta de montañas altas y agudas y valles hondos. De los picos centrales hacia afuera radían diez valles.

La elevación de Luquillo es en sí la fuerza que determina predominantemente los caracteres distintivos del clima de la región. Estas montañas presentan la primera barrera alta con que tropiezan los vientos repletos de humedad que vienen en dirección oeste, después de atravesar más de 3,000 millas sobre el Océano Atlántico.

---

1/ Ponencia presentada ante la reunión de la Sociedad Americana de Ciencias Agrícolas, Capítulo de Puerto Rico, 8 de octubre de 1948.

## ESTUDIOS ANTERIORES SOBRE CLIMA

Los estudios anteriores sobre el clima de las montañas de Puerto Rico son de dos tipos: (1) los estudios generales del clima de la isla que catalogan las montañas como una provincia por separado, de los cuales el trabajo de Fassig (2, 3 y 4) es el más prominente y (2) los análisis de la precipitación en las montañas, con el fin de determinar las potencialidades como sitios para represas de electricidad y (o) de agua para uso doméstico, tales como los efectuados por Bock (1) y Hall (5). El Negociado del Tiempo de los EE.UU. publica periódicamente resúmenes cumulativos sobre temperatura y precipitación en las estaciones del interior y de la costa. Sin embargo, no se conoce ningún análisis detallado del clima de la montaña como un recurso, según se ha hecho aquí.

## NATURALEZA DE LAS OBSERVACIONES

Este estudio se centraliza en torno a las observaciones hechas a grandes elevaciones en las Montañas de Luquillo. Los datos de este área se comparan luego con los de la parte costanera de Puerto Rico, cerca de la base de las montañas y con aquellos a elevación similar en las montañas centrales. Por lo tanto, se ha hecho un esfuerzo por describir no sólo el clima de las montañas de Luquillo sino el grado y la forma en que difiere del resto de la isla.

Las cuatro estaciones estudiadas en detalle son las siguientes:

La Mina.- Situada en una ladera oriental, en el corazón de las montañas de Luquillo, a una elevación aproximada de 2,350 pies sobre el nivel del mar[1/] (Véase la figura 1, página 323).

Fajardo.- Situada cerca de la costa en el confín este de la isla, a una elevación de 40 pies, a sólo cerca de 9 millas al este de La Mina, sin embargo lo suficientemente en dirección barlovento de las montañas para estar prácticamente libre de su influencia climática. (Véase la fig. 1).

Guineo.- Situada a cerca de 50 millas al oeste de La Mina casi en el centro de la isla. Esta estación está a 3,000 pies de elevación, cerca de 700 pies más arriba que La Mina, pero se cree que es la estación de las montañas centrales que sirve mejor de índice de comparación.

---

1/ Durante la mitad del tiempo transcurrido en el período de registro esta estación estuvo situada a cerca de 2,200 pies de elevación. Luego se mudó a cerca de 1/2 milla al sudoeste a aproximadamente 2,500 pies de elevación. Los datos para el período completo se han combinado de ambos sitios.

Central Service Farm.- Situada a una elevación de 230 pies, cerca de 5 millas al nordeste de La Mina, al pie de las montañas, pero claramente hacia el lado barlovento de la elevación principal. (Véase la figura 1). El clima de esta estación es similar a la de Fajardo y se incluye en el análisis sólo cuando faltan datos de Fajardo.

El período de registro de La Mina, la estación clave, es el que se usa en las comparaciones directas. Este período desde 1935 al 1943 incluye los datos mensuales de temperatura y precipitación y para los datos de pluviómetros se incluyen los registros de 1938 al 1942. Estos períodos no son tan largos como era de desearse pero se cree permiten derivar conclusiones confiables con respecto a muchas relaciones.

La mayoría de las observaciones analizadas se hicieron antes de efectuar este estudio. Se incluyen registros estandard sobre temperatura y precipitación del Negociado del Tiempo de los EE.UU. Estos fueron recogidos por la Autoridad de Fuentes Fluviales de Puerto Rico, por la Central Fajardo y por el Servicio Forestal de EE.UU. Los otros datos estudiados, obtenidos con pluviómetros de registro del tipo Fergusson fueron recogidos por el Servicio de Conservación de Suelos, en cooperación con el Servicio Forestal y resumidos en parte por la PRRA. Además, se tomaron algunos registros nuevos sobre humedad y viento, con la cooperación del Dr. D.C. MacDowell del Instituto de Meteorología de la Universidad de Puerto Rico y el Sr. M. F. Harris del Negociado del Tiempo.

Se le agradece al Dr. MacDowell y a los Srs. E. H. Marx, T.L. Long y Harris del Negociado del Tiempo por sus orientaciones en el análisis.

## ANALISIS DE LAS OBSERVACIONES

Se analizan por separado los cuatro índices de los estudios climáticos: temperatura, precipitación, humedad atmosférica y viento.

### Temperatura

En la tabla número 1(página 325) aparecen los resúmenes de la temperatura anual en las diferentes estaciones. Puede verse que La Mina y Guineo son 9° y 12° más fríos respectivamente que Fajardo. La diferencia entre La Mina y Fajardo es constante a través del día y de la noche, según lo indica la igualdad en las diferencias entre las máximas medias y las mínimas medias. La diferencia en elevación entre La Mina y Fajardo es de cerca de 2,310 pies. Por lo tanto hay una baja de 1° de temperatura por cada alza en 260 pies en elevación.

Las temperaturas bajas extremas en las montañas, particularmente en Guineo, son mucho más bajas que en Fajardo. Guineo es más frío que La Mina, debido principalmente a la diferencia de 700 pies en elevación. En Guineo las fluctuaciones diurnas en temperatura son mayores que en las otras estaciones, aparentemente porque está menos influenciada por el efecto moderante del mar.

En la figura 2 (página 326) se comparan las temperaturas mensuales. Las tendencias se ven similares. El mes más frío en todas las estaciones es febrero. El mes más caliente en La Mina es septiembre, mientras que en las otras estaciones es agosto.

## Precipitación

Lo más conspicuo en el clima de las montañas de Luquillo es la precipitación elevada, la cual aparece esbozada en la tabla número 2 (página 327). El contraste con las otras estaciones es marcado si tenemos en mente que Fajardo está a sólo cerca de 9 millas de La Mina y que Guineo está 700 pies más alto que La Mina. Debido a que está situado en la costa barlovento, Fajardo recibe sólo aquellos aguaceros que se originan sobre el mar. La Mina, por el contrario, está en una región de aire levantado, turbulento y enfriado, en el cual los aguaceros se forman muy frecuentemente. Guineo, aunque más alto que La Mina recibe aire que ha perdido alguna de su humedad en las montañas del este.

Asumiendo conservadoramente que la precipitación anual promedio para las Montañas de Luquillo es de 120 pulgadas, caen más de 160,000,000,000 de galones de agua en el área anualmente.

La fluctuación anual de la precipitación es amplia, según puede verse en las últimas dos columnas de la tabla número 2. Aparentemente es frecuente la variación de 20 a 30 por ciento hacia uno u otro lado del promedio. La amplitud de las fluctuaciones es similar en todas las estaciones pero todos los extremos no se registraron concurrentemente.

La distribución de la precipitación a través del año aparece en la figura 3, página 328. Puede verse que el patrón sigue una semejanza general. El mes más seco fué marzo en todas las estaciones, seguido por julio. La precipitación más alta fué en mayo en todas las estaciones. Un mes de precipitación alta para Guineo y Fajardo lo fué también octubre y en La Mina lo fué también noviembre. El patrón de precipitación en La Mina es distintivo debido a la precipitación relativamente alta en noviembre, diciembre, enero y febrero.

El promedio anual de días lluviosos es de 269 en La Mina o sea cerca de tres de cada cuatro. En Fajardo son 157 o sea tres de cada siete. En Guineo son 192 o sea cerca de uno de cada dos.

Hay ocasionalmente períodos relativamente secos en las Montañas de Luquillo. Por ejemplo, durante 35 días en 1936 sólo cayeron 0.09 pulgadas de lluvia.

El máximo de precipitación en 24 horas de registro es de 16.05 pulgadas en La Mina, 10.30 pulgadas en Fajardo y 8.10 pulgadas en Guineo. Evidentemente el que haya aguaceros excepcionalmente fuertes no está relacionado estrechamente con la precipitación anual de un área. Con anterioridad al período aquí estudiado, se registró cerca de dos millas al sur de La Mina una precipitación de 41 pulgadas en 3 días en las Montañas de

Luquillo, sin embargo en Naguabo, en la planicie costanera del este, cayeron 19 pulgadas en 12 horas (2).

Registros pluviométricos concurrentes, de 23 meses, pudieron obtenerse para La Mina y Central Service Farm y su análisis aparece en la tabla número 3, página 329.

La tabla número 3 muestra que cayeron cerca de tres veces más aguaceros en las montañas que en la planicie costanera pero en las montañas cada aguacero es solamente 60 por ciento tan grande como los de la costa y tiene una duración de sólo 60 por ciento si se compara con los de la costa. En las montañas llueve el doble del tiempo que en la costa, sin embargo aún en la montaña la lluvia cae sólo el 6 por ciento del tiempo.

La intensidad promedio de la lluvia es mayor en la costa debido a que hay menos aguaceros ligeros. Las intensidades máximas son tan grandes en la costa como en las montañas, lo cual muestra que los aguaceros fuertes pueden tener lugar en cualquier sitio.

En las montañas, debido probablemente a la mayor importancia de los aguaceros de convección, cae cerca de 20 por ciento más de lluvia durante el día que durante la noche. En la costa la lluvia se divide uniformemente entre el día y la noche.

Las características de un día lluvioso en las Montañas de Luquillo aparece claramente en los registros pluviométricos. El 16 de noviembre de 1939, un día con un patrón típico de aguaceros leves, pero con más de la cantidad usual de precipitación es un ejemplo de este tipo de tiempo. El registro de ese día aparece en la tabla número 4, páginas 330-331.

Sin lugar a dudas, la gente que vivía cerca de La Mina el 16 de noviembre describió ese día como de lluvia "de todo el día". Sin embargo, el registro indica que llovió sólo 40 por ciento del tiempo. Por lo tanto se ve el por qué los días claros puede que sean raros en La Mina aunque sólo llueve el 6 por ciento del tiempo. En una semana promedio caen 31 aguaceros.

Las laderas del oeste son evidentemente más secas que las del este, según lo indican los registros en 18 estaciones pluviométricas en o cerca de las montañas. Esto es probablemente debido a que prevalecen los vientos del este. No es aparente ninguna diferencia consistente entre las laderas norte y sur.

## Humedad Atmosférica

Las nubes, la neblina y la lluvia, que son todas indicadoras de humedad elevada, son frecuentes en las montañas de Luquillo. Los registros recogidos en higrotermógrafos durante abril y mayo de 1948, en varios sitios de más de 2,000 pies de elevación, indican que la humedad relativa usualmente fluctúa entre 95 y 100 por ciento en los días nublados y durante la noche. Sin embargo, en los días claros, se registraron extremos tan bajos como 50 por ciento, que comparan favorablemente con las lecturas

bajas de la costa. En las laderas de exposición oeste una humedad nocturna de menos del 80 por ciento es sólo ocasional.

## Viento

Los únicos registros de viento que se conocen para las montañas de Luquillo se tomaron en el otoño de 1946 y están confinados a unos cuantos picos. Las observaciones se hicieron con un anemómetro fijo en un pico cerca del Monte Britton, a una elevación de cerca de 3,000 pies sobre el nivel del mar. Este pico está situado en una depresión natural del viento, con montañas al nordeste y sudeste que dirijen los vientos del este hacia ese sitio. Durante 36 horas en la semana del 9 de septiembre la velocidad promedio del viento fué de 23.7 millas por hora. Para ese mismo período la velocidad promedio del viento en San Juan, en la planicie costanera, fué de 9.8 millas por hora. Los registros adicionales en octubre de 1946 en el pico cerca del Monte Britton indican una velocidad promedio de 15.4 millas en 76 horas del día. Los vientos durante las noches en 112 horas registradas tenían una velocidad promedio de 19.7 millas por hora.

Un ventarrón de 67 millas por hora fué registrado por un anemómetro portátil en el pico El Toro el 19 de agosto de 1946, un día de vientos normales en los demás sitios de la isla.

## Conclusiones

Las conclusiones más importantes que se derivan de este análisis del clima de las Montañas de Luquillo son las siguientes:

1. En las Montañas de Luquillo la temperatura, tanto diurna como nocturna, es entre 8 y 12 grados más fresca que en la zona costanera adyacente.

2. La temperatura de las montañas de Luquillo es más o menos similar a la temperatura de las montañas centrales a igual elevación.

3. La fluctuación diaria de la temperatura en las montañas de Luquillo es igual a la de la costa adyacente y menor que la de la Cordillera Central.

4. La precipitación de las montañas superiores de Luquillo es casi tres veces mayor que la de la costa adyacente y excede considerablemente a la de las montañas centrales.

5. La distribución mensual de la precipitación en la parte superior de las montañas de Luquillo es similar a la del resto de la isla, excepto que la lluvia sigue siendo fuerte desde noviembre hasta febrero.

6. En la parte superior de las montañas de Luquillo hay casi dos veces más días lluviosos que en la costa adyacente.

7. Las sequías ocasionales de 30 días o más son características del clima de las montañas de Luquillo.

8. Las intensidades máximas de precipitación no son más altas en las montañas de Luquillo que en la costa.

9. En la parte superior de las Montañas de Luquillo caen un número de aguaceros tres veces mayor que en la costa adyacente, registrándose un promedio de 1,625 aguaceros anualmente.

10. El aguacero promedio en las montañas de Luquillo dura 19 minutos y arroja una precipitación de 0.10 pulgadas. Un aguacero promedio en la costa adyacente dura un 50 por ciento más de tiempo y produce una cantidad 50 por ciento mayor de lluvia.

11. La lluvia cae alrededor de un 6 por ciento del tiempo total de las montañas de Luquillo y en la costa adyacente cerca de 3 por ciento del tiempo.

12. Por término medio los aguaceros de las montañas de Luquillo son algo menos intensos que en la costa.

13. Durante el día cae cerca de 20 por ciento más de lluvia que durante la noche en las montañas de Luquillo; en la costa está distribuído uniformemente.

14. Un día lluvioso típico en las montañas de Luquillo está caracterizado por frecuentes aguaceros leves.

15. La humedad atmosférica es generalmente más elevada en las montañas de Luquillo, pero en los días claros la humedad relativa puede disminuir hasta alrededor del 50 por ciento.

16. La velocidad del viento en los picos es alta frecuentemente y tiene un promedio mucho más elevado que en la costa.

## LO QUE SIGNIFICA EL CLIMA DE LAS MONTAÑAS DE LUQUILLO

Se ha señalado que el clima puede ejercer una profunda influencia sobre el valor que un área pueda tener para uso del hombre. También se ha demostrado que el clima de las montañas de Luquillo es diferente al de las demás partes de la isla. Esta diferencia es desfavorable en algunos respectos y favorable en otros.

El clima de las montañas de Luquillo es desfavorable en lo referente a su utilización de parte del hombre por lo siguiente:

1. La precipitación es tan intensa que los suelos están muy deslavados y tienen baja productividad agrícola.

2. La precipitación es tan intensa que la roturación del terreno para ser cultivado produce una erosión acelerada, con una rápida destrucción del somosuelo.

3. La precipitación es tan intensa que son pocos los cultivos que allí se producen.

4. La precipitación intensa, la temperatura fresca, la baja humedad ocasional y los vientos fuertes en el área superior limitan la vegetación a un tipo achaparrado de bosque, de baja productividad.

5. La precipitación es tan frecuente que una prolongada o permanente estadía en el área no es agradable.

Los aspectos favorables del clima de Luquillo son los siguientes:

1. La temperatura es agradable durante todo el año.

2. La precipitación intensa y bien distribuída hace del área la fuente más confiable de energía hidroeléctrica y de agua para uso doméstico.

3. La velocidad del viento en los picos parece ser suficiente para mover turbinas de generar electricidad.

4. El clima fresco y húmedo de las laderas inferiores protegidas produce un bosque exuberante y útil.

A pesar de los aspectos desfavorables de su clima la zona de las montañas puede ser de tanta importancia a la isla, acre por acre, si está bien desarrollada, como casi cualquier otra zona rural. Este desarrollo, si se toma en cuenta el clima aquí descrito, debe incluir los siguientes planes:

1. Ampliar las facilidades existentes en cuanto a recreación forestal para tomar ventaja de su clima fresco y su bello panorama, reconociendo sin embargo, que la Cordillera Central, igualmente fresca y más seca tiene un clima más favorable para estos propósitos.

2. Desarrollar plantas hidroeléctricas, donde sea factible en el área, para procurar así más electricidad para el consumo doméstico y el desarrollo industrial.

3. Sistemas perfectos de abastecimiento de agua de uso doméstico dentro de los confines de la zona, para las comunidades adyacentes, incluyendo posiblemente el área metropolitana de San Juan.

4. Investigar minuciosamente las posibilidades de explotar la fuerza del viento y así hacerlo si es factible.

5. Dejar sin perturbar la vegetación nativa en los picos elevados y en las laderas escarpadas, para protección del suelo y control del deslave.

6. Descontinuar el cultivo en las laderas y dedicar el área inferior a la producción forestal bajo los tipos de ordenación que protejan los valores de las cuencas hidrográficas.


## Résumé

Le Climat dans les Montagnes de Luquillo et son Interêt pour le Peuple de Puerto Rico: Aujourd'hui Puerto Rico fait son mieux pour développer tous ses ressources locaux. Le climat des montagnes de Luquillo est distinctif et d'une importance spéciale pour le développement de la région.

Le température des Hauteurs de Luquillo est de 8 à 12°C plus fraîche que celle de la région côtière voisine et plus ou moins similaire aux endroits de même altitude dans les montagnes du centre de l'île. La précipitation à Luquillo est plus du double de celle de la zone côtière et beaucoup plus abondante que dans les montagnes du centre. Trois fois autant des pluies ont lieu dans les montagnes que dans la zone côtière mais elles sont moins intenses. La majeure partie des pluies tombent pendant le jour dans les montagnes autant que dans la zone côtière plus ou moins le même nombre tombent pendant jour et nuit. L'humidité atmospherique est très élevée presque tout le temps dans les montagnes. Les vents forts sont communs dans les sommets. Le climat des montagnes de Luquillo est si pluvieux qu'il ne produit qu'un sol pauvre, peu approprié pour l'agriculture. Dans les surfaces supérieures même la végétation naturelle croît pauvrement. L'habitation humaine aux endroits avec cette façon de climat n'est pas agréable pour périodes prolonguées, à la plupart des gens. Au contraire, la témpérature y est plus agréable que dans la zone côtière. Il y a une abondance en eau pour le développement de la force hydraulique et pour l'usage domestique, la vitesse du vent peut être utile pour générer l'électricité et les pentes inférieures produisent une forêt exubérante et utile. Le développement de la région montagneuse doit envisager les aspects climatiques. Un tel développement demande l'expansion des facilités de récréation du public, développement de la force hydraulique, perfection d'un système d'approvisionnement en eau dans la zone, recherches sur les possibilités de développement de la force du vent, protection de la végétation dans les pentes supérieures et l'aménagement forestier conservateur dans les pentes inférieures.

# COPEY OAK, QUERCUS COPEYENSIS, IN COSTA RICA

Elbert L. Little, Jr.
U. S. Department of Agriculture, Forest Service
Washington, D. C.

Copey oak, Quercus copeyensis C. H. Muller, of Costa Rica came into prominence in 1943 as perhaps "the largest oak tree in the world" and forming an unusually large virgin stand of almost pure oak timber. Just a year earlier it had been named as a new species on the basis of a few dried botanical specimens. The discovery of this extensive, unexplored forest of giant oaks (figure 1) was made by Arthur Bevan, William R. Barbour, and the author in February 1943 along the Pan American Highway then under construction. Members of this field party of the Latin American Forest Resources Project, of the United States Forest Service, Barbour (1), Bevan (2), Dayton (3), and Merker and others (4), have recorded the discovery of Copey oak and have described the trees, (figures 2 and 3) their distribution, and associated species.

Fig. 1.—Copey oak forest along the Pan American Highway in Costa Rica, showing the tall trees with narrow crowns and stout branches laden with epiphytes. (Bosque de roble copey a lo largo de la carretera Panamericana en Costa Rica, mostrando los árboles altos con copas estrechas y ramas gruesas cargadas de epifitas).

After studying his specimens, the author wishes to amend slightly the botanical description of this important species based upon the additional material.

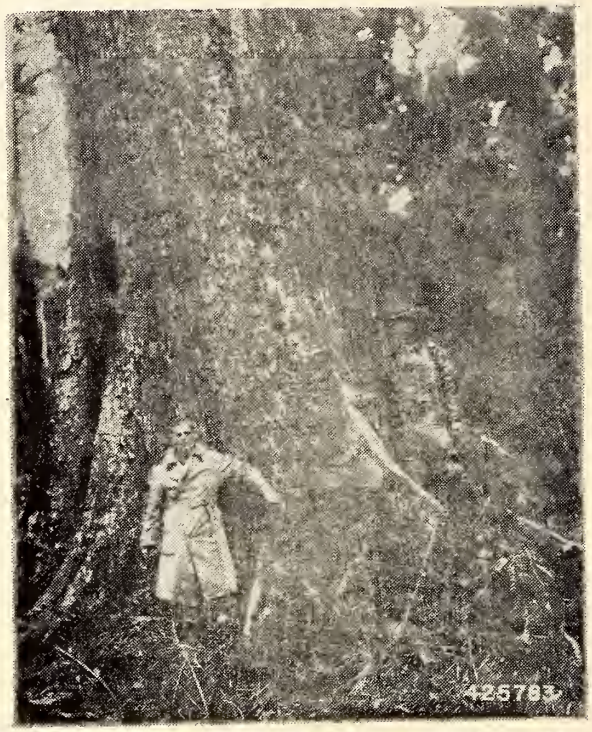


Fig. 2.—Base of a tree measuring nearly 2 meters in trunk diameter above the buttresses, with Arthur Bevan, in charge of the Forest Service project, and the author. (Base de un árbol que mide cerca de dos metros de diámetro más arriba de las raíces columnares. También aparecen Arthur Bevan a cargo del proyecto del Servicio Forestal y el autor).

This oak was first distinguished as a form, Quercus costaricensis Liebm. f. kuntzei Trel. (7, p. 146, pl. 283. 1924) by Trelease in his monograph of the American oaks. The type specimen was collected on Volcán Irazú, Province of Cartago, on June 24, 1874, by Otto Kuntze (No. 2282, Herb. N.Y. Bot. Gard.). A photograph of a portion of the type specimen was published by Trelease (p. 283b), who listed six other collections of this form from Costa Rica, including specimens of three earlier collectors of ninety to one hundred years ago. From the type

locality he cited specimens of Oersted (pl. 283a), Wendland, Hoffman, and Pittier, from the forest of Barba, one by Tonduz, and another without locality by Huebsch. Standley (6, p. 374-377) in his Flora of Costa Rica described briefly the oak forests of tall trees and listed 16 species of Quercus. Q. costaricensis f. kuntzei was recorded as common in the central region.

In monographing the Central American species of Quercus, Muller (5, p. 30, pl. 31-32) elevated Q. costaricensis f. kuntzei to a species under the new name Quercus copeyensis, with Latin diagnosis, detailed description, photographs of specimens, and citation of the five collections he examined, Kuntze's type and four others collected after the publication of Trelease's work. This was merely one of 16 species of Quercus cited for Costa Rica. The range was extended to Volcán Chiriquí, Province of Chiriquí, Panama, and was stated as: "Mountains of Central Costa Rica and of upper Panama (2,100 to 4,000 m.)." As a new name for f. kuntzei, Q. copeyensis retains the same type specimen, though Standley 42583 (U. S. Natl. Herb.) photographed as plate 31 (p. 123) was mentioned as the type in the legend beneath. Muller noted that f. kuntzei is a member of Lepidobalanus, or white oak subgenus, and unrelated to Q. costaricensis, a species of Erythrobalanus, or black oak subgenus. He observed also that Kuntze 2282 was a mixture, the specimen of that number in the U. S. National Herbarium being true Q. costaricensis.

Apparently these two species were long confused. The Danish botanist, Anders Sandoe Oersted, collected both about one hundred years ago while in Costa Rica from 1846 to 1848. Oersted 3465 from Volcán Irazú, the type collection of Q. costaricensis Liebm. (Overs. Danske Vidensk. Selsk. Forhandl. 1854: 184. 1854), apparently was a mixture, according to the photographs published by Trelease (7, p. 225, pl. 281, 283a). Plate 281 is Oersted 3465, the type of Q. costaricensis, while plate 283a, "Oersted 3465 in part", "illustrating f. kuntzei, is Q. copeyensis. Thus, a specimen of Copey oak was collected nearly a hundred years before the species was named.

The author's ten collections of Q. copeyensis in February 1943 include five from large trees felled to obtain cross sections of the trunk for wood tests and wood samples. In the field, with Muller's newly published monograph containing many excellent photographs for identification, the author referred his first specimens tentatively to the obtuse-leaved Costa Rican form of Quercus aaata C. H. Mull. (5, p. 27-28, pl. 24-25) but noted that they might be Q. copeyensis instead. The specimens were sent by air mail to Paul C. Standley, at the Chicago Natural History Museum, who named them, on the basis of Costa Rican specimens previously identified by Muller, as Q. copeyensis. However, part of the specimens collected afterwards were referred to Q. aaata.

Recently the author reexamined his specimens in the Herbarium of the Forest Service (USFS) and compared them with the specimens of these two species in the United States National Herbarium (US), which were cited

by Muller. The author's ten collections form a series of specimens with variable leaves connecting Q. copeyensis and the obtuse-leaved specimens referred to Q. aaata by Muller, who noted (p. 28) that mature fruiting material of this Costa Rican form of Q. aaata very likely would prove to be a distinct species. Thus, this obtuse-leaved form, illustrated by Muller's plates 24 and 25, is to be united with Q. copeyensis.

Though they were described as deciduous, the leaves of Q. copeyensis apparently are evergreen or persistent almost a year. They resemble leaves of evergreen oaks in the United States, which remain almost a year, throughout the winter, and are shed in spring when new leaves appear.

Q. copeyensis grows in a cool, temperate, cloud forest of high humidity even in the drier portions of the year and has thick, small leaves suggestive of evergreens. The author's specimens, collected less than two months before the beginning of the rainy season in April, all are in leaf, with leaves confined to the terminal portions of the twigs formed by elongation from dormant buds, apparently in a single growing season. However, some of the twigs of his No. 6005 are leafless, with opening buds and young staminate catkins. Some specimens have swelling or expanding buds, No. 6004 has very young staminate catkins, and a few have dormant buds. Uniformity of conditions for growth is indicated by the absence of annual or growth rings in the wood.

The fruit of Q. copeyensis was described from a single collection, with immature acorns from Panama (Woodson and Schery 383). The author's specimens and the others examined have no acorns. Dayton's (3) illustration is another mixture, consisting of a sterile twig of Q. copeyensis and a twig of Q. costaricensis with acorns, according to reexamination of the specimens. The slightly amended description follows.

QUERCUS COPEYENSIS C. H. Muller, U. S. Dept. Agr. Misc. Pub. 477 (Centr. Amer. Sp. Quercus): 30, pl. 31-32. 1942. (Q. costaricensis Liebm. f. kuntzei Trel., Nat. Acad. Sci. Mem. 20 (Amer. Oaks): 146, pl. 283. 1924) "Roble," "Copey oak." Very large tree of forest canopy, becoming 27 to 37 m. (90 to 120 ft.) in height and 0.6 to 1 m. (2 to 3 ft.) up to 2.4 m. (8 ft.) in trunk diameter; larger trees having buttressed bases with somewhat larger basal trunk diameters and having clear lengths as much as 80 ft. to first branches. Bark whitish, rough, scaly to shaggy, thin, crown compact, relatively short and narrow, and flat-topped. Twigs 2 to 3 mm. thick, strikingly yellowish-white, glabrate. Buds round-ovoid, about 3 mm. long, glabrous or with some scales ciliate. Stipules persistent, 7 to 9 mm. long, ligulate, glabrate. Leaves evergreen; leaf blades coriaceous, thick and very firm, 4 to 13 cm. long, 2 to 6 cm. broad, varying in shape from elliptic to obovate or ovate, the apex varying from obtuse to acute, rounded, and retuse, base subcuneate to cordulate but usually rounded, entire, the margins minutely revolute or flat, upper surface shiny, glabrous or sometimes with stellate hairs along midrib

towards base, lower surface dull, glabrous except occasional fulvous-stellate tomentum along the midrib and sometimes lower part of larger veins; veins 5 to 15 on each side, varying from nearly parallel to irregular, those toward apex often forming a smaller angle with midrib, very slightly raised above with the reticulum not evident, more prominent beneath, the reticulum somewhat raised; petioles 3 to 9 mm. long, dark brown, glabrate. "Staminate catkins 3 or 4 cm. long, the rachis sparsely pubescent or glabrous, loosely flowered or rather densely so toward the apex, the anthers little exserted. Pistillate catkins 2 or 3 cm. long, several-flowered toward the apex, the styles short, stigmas abruptly dilated if at all. Fruit annual, several distally grouped on a glabrous peduncle about 3 cm. long and 2 mm. thick; cups about 10 or 12 mm. broad, cup-shaped, the scales narrowly ovate, apically narrowed but obtuse, somewhat thickened basally, the thin apices closely appressed, gray-puberulent only at the base, otherwise glabrous and reddish brown; acorns (immature) about 1 cm. in diameter, round, one-half included." (Muller 5, p. 31).

Principal changes in the description of Q. copeyensis are in leaf size, shape, and venation. From small-leaved specimens Muller recorded the leaves as "4 to 6 or rarely 8 cm. long, 2.5 to 4 cm. broad" and the "veins 6 or 7 or rarely 9 on each side, very irregular." The two specimens photographed by Trelease (p. 283), Kuntze's type and Oersted's, both illustrate the maximum leaf size and number of veins stated by Muller. Some of the author's specimens have small and large leaves on the same twigs.

Q. aaata C. H. Mull., of Guatemala, Honduras, and Costa Rica, is separated by its thin, narrower, acute leaves, narrowed at both base and apex, subentire or toothed near apex. Q. costaricensis Liebm., of Costa Rica, is readily distinguished by its very thick leaves with midrib and veins impressed-reticulate on upper surface and by the dark brown or gray twigs. Also, its leaves are elliptic or ovate, broadly rounded at apex, and persistently tomentose on lower surface.

Range: High mountains from central Costa Rica (vicinity of San José) southeast along the Continental Divide (Cordillera de Talamanca) to western Panama (Volcán Chiriquí). Though the extensive forest of Q. copeyensis occurs on Cordillera de Talamanca, scattered herbarium collections have been made on the higher peaks around San José, where the forests largely have been destroyed. Only one collection of this species has been recorded from Panama.

Specimens examined: Costa Rica.- Prov. Heredia: Cerros de Zurquí, NE. of San Isidro, Mar. 3, 1936, Standley and Valerio 50546, 50651 (US); Cerro de las Caricias, N. of San Isidro, Mar. 11, 1926, Standley and Valerio 52178 (US). Prov. San José: Cerros de Escazú, 10 km. SW. of San José, Feb. 27, 1943, Little 6038, 6039 (US, USFS); near Finca La Cima, above Los Lotes, N. of El Copey, Dec. 21-22, 1925, Standley 42573, 42583 (US); Cerro de las Vueltas, Dec. 29, 1925-Jan. 1, 1926, Standley and Valerio 43982 (US); near Camp Empalme on Pan American Highway, Continental

Fig. 3.—Giant copey oaks with their branches bathed in the clouds. The size is indicated by the author, who is standing between two buttresses of the tree at left. (425788). (Robles copey gigantes con sus ramas bañadas por las nubes. El tamaño puede deducirse comparado con el del autor que está de pie entre las dos raíces a la izquierda).

Divide about 29 km. S. of Cartago, Feb. 15-18, 1943, Little 6001, 6002, 6003, 6004, 6005, 6008, 6010, 6035 (US except 6004, USFS). Prov. Cartago: Volcán Irazú, June 20, 1943, Merker, Scholten, and Dayton 3153 (USFS, topotype).

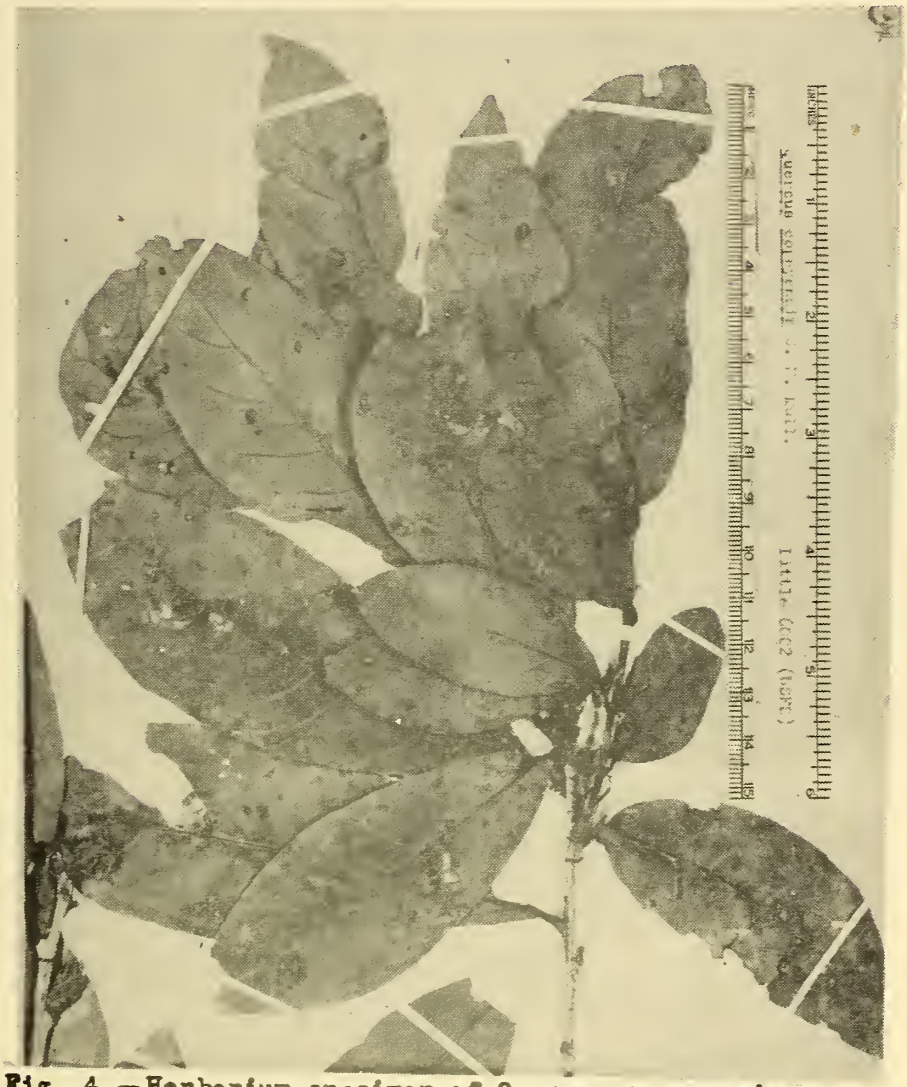


Fig. 4.—Herbarium specimen of Quercus copeyensis, showing variation in leaf size and shape on a single twig (Little 6002). (Espécimen de Quercus copeyensis mostrando la variación en el tamaño y forma de la hoja en una misma ramita).

Quercus copeyensis is restricted to the cloud forest, or wet temperate forest, of the high mountains, or tierra fría, at elevations of

about 7,000 to 10,000 feet (2,100 to 3,000 m.), an area estimated at about 750 square miles of virgin forests. This cloud forest has been described by Merker and others (4, p. 15-16), Barbour (1), and Bevan (2). Though the canopy is a nearly pure stand of one species, these additional species of Quercus are present in small numbers; Q. borucasana Trel., Q. costaricensis Liebm., and Q. eugeniaefolia Liebm. In the understory, the following species of smaller trees are represented; Weinmannia pinnata L. (arrayán), Drimys winteri J. R. & G. Forst. (quiebra mulas), Magnolia poasana (Pittier) Dandy (candelilla), Aiouea costaricensis (Mez) Kosterm. (ira rosa), and Ocotea austinii C. K. Allen. Shrubby bamboos and ferns are common in the ground cover. The large oaks with their small, compact crowns of stout limbs are very heavily laden with epiphytes, such as bromeliads, ferns, mosses, and liverworts.

In closing the author wishes to repeat the plea, made by others who have seen these giant oaks, for conservation of this magnificent forest. It is to be hoped that a large area will be set aside as a national park to remain in its original, undisturbed, primitive condition, and that strips of virgin forest will be left as scenic attractions along the Pan American Highway. Those areas to be cut should be logged according to the best conservative forestry practices to leave sufficient trees for restocking and for prevention of soil erosion on the mountainous slopes.

## Summary

An extensive forest of Copey oak (Quercus copeyensis C. H. Muller), perhaps "the largest oak tree in the world," was discovered by a field party of the United States Forest Service in Costa Rica in 1943. This oak, named as a new species just a year before, was first collected about a hundred years ago by the Danish botanist Oersted. It was long confused with Quercus costaricensis Liebm. and was first distinguished as a form of that species, f. kuntzei Trel., in 1924.

The additional, Forest Service specimens show that the obtuse-leaved Costa Rican form of Q. aaata C. H. Muller is connected with Q. copeyensis and should be united with it. Accordingly, the description of Q. copeyensis is amended slightly to include this obtuse-leaved form with larger leaves (to 13 cm. long and 6 cm. broad) having more veins (to 15 on each side). The leaves apparently are evergreen.

Copey oak is restricted to the cloud forest, or wet temperate forest, of high mountains (elevations of 7,000 to 10,000 feet) from central Costa Rica southeast along the Continental Divide (Cordillera de Talamanca) to western Panama. Here over an area of virgin forests estimated at about 750 square miles this species occurs in nearly pure stand. The largest trees are 120 feet tall and 8 feet in trunk diameter.

## Literature Cited


(1) Barbour, William R.

1943. The oak forests of Costa Rica. Tropical Woods 75:1-4.

(2) Bevan, Arthur

1943. Giant oaks of Costa Rica. Amer. Forests 49:486-487, 509, illus.

(3) Dayton, William A.

1944. Copey oak in Costa Rica. Agr. in the Americas 4:134-135, illus.

(4) Merker, C.A., Barbour, William R., Scholten, John A., and Dayton, William A.

1943. The forests of Costa Rica. 84 pp., illus. U. S. Forest Service. Mimeographed.

(5) Muller, Cornelius H.

1942. The Central American species of Quercus. U. S. Department Agr. Misc. Pub. 477. 216 pp., illus.

(6) Standley, Paul C.

1937. Flora of Costa Rica. Field Mus. Nat. Hist. Bot. Ser. v. 18. 1616 pp., illus.

(7) Trelease, William

1924. The American oaks. Nat. Acad. Sci. Mem. 20. 255 pp., illus.

(Traducción del artículo anterior)

## EL ROBLE COPEY, QUERCUS COPEYENSIS, DE COSTA RICA

El roble copey, Quercus copeyensis C. H. Muller, de Costa Rica obtuvo prominencia en 1913 como quizás "el roble más grande del mundo" y el que forma un rodal excepcionalmente grande, virgen y casi puro en madera de roble. Hacía apenas un año que este roble había sido identificado como una especie nueva basada en algunos especímenes botánicos secos. En febrero de 1943 y a lo largo de la Carretera Panamericana entonces en vías de construcción Arthur Bevan, William R. Barbour y el autor de este trabajo descubrieron un bosque extenso, sin explorar, de robles gigantes. Barbour (1), Bevan (2), Dayton (3), Merker y otros (4) miembros de la excursión del Proyecto de Recursos Forestales Latino-Americanos, del Servicio Forestal de los Estados Unidos han registrado el descubrimiento del roble copey y han descrito los árboles, su distribución y las especies con ellos asociados. Después de hacer un estudio de sus especímenes el autor desea enmendar ligeramente la descripción botánica de esta importante especie, basándose en material adicional.

Primeramente Trelease en su monografía de los robles americanos catalogó esta especie como una forma; es decir; Quercus costaricensis Liebm. f. kuntzei Trel. (7, p. 146 lam. 283, 1924). El espécimen tipo fué recolectado en el Volcán Irazú en la provincia de Cartago el 24 de junio de 1874 por Otto Kuntze (Núm. 2282, del Herb. del N. Y. Bot. Gard.). Trelease (lam. 283b) publicó una fotografía de una porción del espécimen tipo y enumeró otras seis colecciones de esta forma en Costa Rica, incluyendo especímenes de tres colectores anteriores, de hace unos 90 á 100 años. De la localidad tipo él citó especímenes de Oersted (Lám. 283a), Wendland, Hoffman y Pittier, además citó uno de Tonduz del bosque de Barba y otro espécimen sin localidad recolectado por Huebsch. Standley (6, p. 374-377) en su "Flora de Costa Rica" describió brevemente los bosques de robles altos y enumeró 16 especies de Quercus. A Q. costaricensis f. kuntzei se le registró como común en la región central.

Al hacer las monografías de las especies centro-americanas de Quercus, Muller (5, p. 30 lám. 31-32) elevó a Q. costaricensis f. kuntzei al rango de especie bajo un nuevo nombre Quercus copeyensis, con diagnosis botánica en latín, descripción detallada, fotografías de especímenes y citas de las cinco colecciones que él examinó, del tipo de Kuntze y de otras cuatro recolectadas después de la publicación del trabajo de Trelease. Esta era meramente una de las 16 especies de Quercus que han sido mencionadas como presentes en Costa Rica. El área de distribución de esta especie se extendió hasta el Volcán Chiriquí en la provincia de Chiriquí, Panamá y dice así; "Montañas de la parte central y de la parte alta de Panamá (2,100 á 4,000 m.)." Como un nuevo nombre para f. kuntzei, el Q. copeyensis retiene el mismo espécimen, a pesar de que el espécimen Standley 42583 (U. S. Nat'l. Herb) fotografiado (lám. 31 p. 123) aparece mencionado como el tipo en la leyenda que aparece debajo. Muller anotó que f. kuntzei es un miembro de Lepidobalanus o subgénero del roble blanco

y que no está relacionado con Q. costaricensis una especie de Erythrobalanus o subgénero del roble negro. El observó también que Kuntze 2282 era una mezcla y que el espécimen de ese número en el Herbario Nacional de los Estados Unidos era el verdadero Q. costaricensis.

Aparentemente estas dos especies eran objeto de confusión desde hace tiempo. El botánico danés Anders Sandoe Oersted recolectó ambas especies hace cerca de cien años cuando él estaba en Costa Rica, entre 1846 y 1848. El espécimen Oersted 3465 del volcán Irazú, o sea la colección tipo de Q. costaricensis Liebm. (Overs. Danske Vidensk, Selsk. Forhandl. 1854: 184, 1854), era aparentemente una mezcla, de acuerdo con las fotografías publicadas por Trelease (7, p. 225, lam. 281 y 283a). La lámina 281 es Oersted 3465, o sea el tipo de Q. costaricensis, mientras que la lámina 283a "Oersted 3465 en parte," que ilustra a f. kuntzei es Q. copeyensis. Por lo tanto, se recolectó un espécimen de roble Copey casi cien años antes de habérsele dado nombre a la especie.

Entre las diez recolecciones de Q. copeyensis del autor efectuadas en febrero de 1943 se incluyen 5 provenientes de árboles grandes tumbados para obtener secciones transversales del tronco, que habrían de usarse para muestras de madera. Teniendo a mano la monografía recientemente publicada por Muller que contiene muchas fotografías excelentes, útiles en la identificación, el autor refirió sus primeros especímenes tentativamente a la forma costaricense, de hoja obtusa de Quercus aaata C. H. Mull. (5, p. 27-28, lam. 24-25) pero anotó que podría ser Q. copeyensis. Se mandaron los especímenes por correo aéreo a Paul C. Standley del Museo de Historia Natural de Chicago quien los identificó como Q. copeyensis tomando como base los especímenes costaricenses previamente identificados por Muller. Sin embargo, parte de los especímenes recolectados fueron referidos después a Q. aaata.

Recientemente el autor volvió a examinar sus especímenes en el Herbario del Servicio Forestal (USFS) y los comparó con los especímenes de esas dos especies, existentes en el Herbario Nacional de EE.UU. (US) y citados por Muller. Las diez colecciones del autor forman una serie de especímenes con hojas variables que conectan a Q. copeyensis con los especímenes de hoja obtusa referidos a Q. aaata por Muller, quien anotó (p. 28) que el material de fructificación de esta forma costaricense de Q. aaata puede que pruebe que se trata de una especie diferente. Por lo tanto, esta forma de hoja obtusa, según ilustrada por las láminas 24 y 25 de Muller ha de ser unida a Q. copeyensis.

Aunque las hojas de Q. copeyensis fueron descritas como tropó[illegible] las aparentemente son perennifolias o persistentes casi todo el año. Se asemejan a las hojas de los robles perennifolios de los EE.UU., las cuales se conservan en los árboles por casi un año, a través de todo el invierno y caen en la primavera cuando aparecen las hojas nuevas. Q. copeyensis crece en zonas frías y templadas, en el tipo forestal nublado, de humedad elevada aún en las épocas secas del año y tiene hojas gruesas y pequeñas, parecidas a las hojas de los perennifolios. Los especímenes del autor, recolectados en abril, menos de dos meses antes de empezar la época lluviosa,

tenían hojas confinadas a las partes terminales de las ramitas y formadas por alargamiento, aparentemente en una sola estación de crecimiento, de las yemas latentes. Sin embargo, algunas de las ramitas de su núm. 6005 no tienen hojas y tienen yemas que están abriéndose y amentos tiernos estaminados. Algunos especímenes tienen yemas abultadas o expandidas, el núm. 6004 tiene amentos muy tiernos estaminados y muy pocas yemas latentes. La uniformidad en las condiciones de crecimiento es evidenciada por la ausencia de anillos de crecimiento o anuales en la madera.

El fruto de Q. copeyensis fué descrito de una sola recolección en Panamá, que tenía bellotas sin madurar. Los especímenes del autor y los otros que se examinaron no tienen bellotas. De acuerdo con un segundo examen de los especímenes la ilustración de Dayton es otra mezcla, que consiste de una ramita estéril de Q. copeyensis y una ramita de Q. costaricensis con bellotas. La siguiente es una descripción ligeramente enmendada;

Quercus copeyensis C. H. Muller, U. S. Dept. of Agr. Misc. Pub. 477 (Centr. Amer. Sp. Quercus). 30, lam. 31-32. 1942. (Q. costaricensis Liebm. f. kuntzei Trel., Nat. Acad. Sci. Mem. 20 (Amer. oaks); 146, lam. 283. 1924) "Roble," "Copey Oak." Arbol muy grande del dosel forestal cuyo tronco alcanza de 27 á 37 m. (90 á 120 pies) de altura y 0.6 á 1 m. (2 á 3 pies) y hasta 2.4 m. (8 pies) de diámetro; los árboles más grandes tienen bases columnares con diámetros basales de los troncos algo más grandes y con bolos limpios de 80 pies de alto hasta las primeras ramas. La corteza es blancuzca, áspera, de escamosa a hirsuta y delgada. La copa compacta es relativamente corta, estrecha y plana vista desde arriba. Los retoños tienen de 2 á 3 mm. de espesor y son de color blanco amarilloso llamativo y glabros. Las yemas son redondo-ovoides, aproximadamente 3 mm. de largo, glabras o con algunas escamas ciliadas. Las estípulas son persistentes, de 7 á 9 mm. de largo, liguladas y glabras. Hojas siempre verdes; limbo coriáceo, grueso y muy tenaz, de 4 á 13 cm. de largo, de 2 á 6 cm. de ancho, la forma varía entre elíptica y trasovada a ovada, el ápice varía de obtuso a agudo, redondo y achatado; la base subcuneiforme, pero por lo regular redonda, entera, los márgenes o finamente enrollados hacia atrás o planos, el haz lustroso, glabro o algunas veces con pelos en forma estrellada, situados a lo largo de la vena central hacia la base, el envés es opaco, glabro excepto ocasionalmente con tomentos amarillo-rojizos y estrellados a lo largo de la vena central y algunas veces en la parte inferior de las venas más grandes; tiene de 5 á 15 venas a cada lado, que varían entre casi paralelas a irregulares, aquellas cerca del ápice forman a menudo un ángulo menor con la vena central, muy ligeramente levantadas en el haz con el retículo no evidente, más prominentes en el envés, con el retículo algo levantado; los pecíolos de 3 á 9 mm. de largo, pardo-obscuros y glabros. "Amentos estaminados de 3 á 4 cm. de largo, el raquis escasamente pubescente o glabro, vagamente floreado o bien densamente floreado hacia el ápice, las anteras poco exsertas. Los amentos pistilados de 2 ó 3 cm. de largo con varias flores hacia el ápice, el estilo corto, los estigmas abruptamente dilatados, si es que lo están. El fruto anual, varios agrupados distantemente del punto de adherencia en un pedúnculo glabro de cerca de 3 cm. de largo y 2 mm. de espesor; fruto en forma de copas de cerca de

10 ó 12 mm. de ancho, las escamas estrechamente aovadas, hacia el ápice se tornan estrechas pero obtusas, hacia la base algo más espesas, los finos ápices compactamente aplastados, grisosos puberulentos sólo en la base, en otros sitios glabros y de color pardo rojizo; bellotas (inmaturas) de cerca de 1 cm. de diámetro, redondas, medio inclusas." (Muller 5 p. 31).

Los cambios principales en la descripción de Q. copeyensis son en cuanto a tamaño, forma y sistema de venas de la hoja. De los especímenes de hoja pequeña Muller registró el tamaño de las hojas como de "4 á 6 o raramente 8 cm. de largo, de 2.5 á 4 cm. de ancho" y "las venas 6 ó 7 o raramente 9 en cada lado, muy irregular." Los dos especímenes fotografiados por Trelease (lám. 283), o sean el tipo de Kuntze y el de Oersted ilustran ambos el tamaño máximo de la hoja y el número de venas que anota Muller. Algunos de los especímenes del autor tienen hojas grandes y hojas pequeñas en las mismas ramitas.

Q. aaata C. H. Müll, de Guatemala, Honduras y Costa Rica se diferencia por sus hojas delgadas, mas estrechas, agudas, estrechas en la base y en el ápice, subenteras o dentadas cerca del ápice. Q. costaricensis Liebm. de Costa Rica se distingue claramente por sus hojas bien gruesas con vena central y demás venas reticuladas al relieve en el haz y por las ramitas pardo oscuras o grises. Además sus hojas son elípticas o aovadas, ampliamente redondeadas en el ápice y persistentemente tomentosas en el envés.

Area de distribución; Montañas altas de la parte central de Costa Rica (cercanías de San José) al sudeste a lo largo de la Cordillera de Talamanca hasta el oeste de Panamá (Volcán Chiriquí). Aunque el extenso bosque de Q. copeyensis se encuentra en la Cordillera de Talamanca, se han hecho recolecciones dispersas en los picos altos alrededor de San José, donde los bosques han sido muy destruídos. Sólo se ha registrado una colección de esta especie en Panamá.

Especímenes examinados; Costa Rica, Prov. Heredia; Cerros de Zurqui, NE de San Isidro, 3 de marzo de 1926, Standley y Valerio 50546, 50651 (US); Cerro de las Caricias, N. de San Isidro, 11 de marzo de 1926, Standley y Valerio 52178 (US), Prov. de San José; Cerros de Escazú, 10 km. al SO de San José 27 de febrero de 1943, Little 6038, 6039 (US, USFS); cerca de la Finca la Cima, mas arriba de los Lotes al N de El Copey, 21-22 de diciembre 1925, Standley 42573, 42583 (US); Cerro de las Vueltas, 29 de dic.e de 1925 - 1 de enero de 1926, Standley y Valerio 43982 (US); cerca del Campamento Empalme en la Carretera Panamericana, Divisoria Continental, cerca de 29 Km. al S. de Cartago del 15 al 18 de febrero de 1943, Little 60[illegible], 6002, 6003, 6004, 6005, 6008, 6010, 6035 (US excepto 6004, USFS). Prov. Cartago; Volcán Irazú, 20 de junio de 1943, Merker, Scholten y Dayton 3153 (USFS, topotipo).

Quercus copeyensis está restringido al bosque nublado o templado-húmedo, de las montañas altas o tierra fría, a elevaciones de cerca de 7,000 hasta 10,000 pies (2,100 a 3,000 m.), un área que se calcula en cerca de 750 millas cuadradas de bosques vírgenes. Este bosque nublado ha sido

descrito por Merker y otros (4 p. 15-16), Barbour (1) y Bevan (2). Aunque el dosel es casi un rodal puro de una especie, se encuentran en pequeña cantidad las siguientes especies adicionales de Quercus; Q. borucasana Trel., Q. costaricensis Liebm. y Q. eugeniaefolia Liebm. En el subestrato están representadas las siguientes especies de árboles más pequeños; Weinmannia pinnata L. (arrayán), Drimys winteri J. R. & G. Forst. (quiebra mulas), Magnolia poasana Pittier Dandy (candelilla), Aiouea costaricensis (Mez) Kosterm. (ira rosa) y Ocotea austinii C. K. Allen. En el estrato rasante son comunes los bambúes y helechos. Los robles grandes con sus copas pequeñas y compactas están cargados de epifitas tales como bromeliáceas, helechos, musgos y hepáticas.

Para cerrar el autor desea repetir el ruego, hecho por otros que han visto estos robles gigantescos, de que se conserve este magnífico bosque. Es de esperarse que una gran área sea reservada como parque nacional conservando sus condiciones originales y primitivas imperturbadas y que se dejen fajas de bosque virgen como atracciones panorámicas a lo largo de la Carretera Panamericana. Las áreas que se vayan a cortar deben someterse a las mejores prácticas dasonómicas conservadoras para dejar suficientes árboles para el repoblado y para evitar la erosión del suelo en las laderas montañosas.

## Resumen

Un extenso bosque de roble copey, Quercus copeyensis C. H. Muller, quizás "el mayor árbol de roble del mundo," fué descubierto en Costa Rica en 1943 por una expedición del Servicio Forestal de Estados Unidos. Este roble, que había sido catalogado como una especie nueva hacía apenas un año, fué recolectado hace cerca de 100 años por el botánico danés Oersted. Por mucho tiempo fué confundido con Quercus costaricensis Liebm. y fué primero diferenciado como una forma de esta especie, f. kuntzei Trel. en 1924.

Los especímenes adicionales del Servicio Forestal indican que la forma costaricense de hoja obtusa de Q. aaata C. H. Muller está ligada con Q. copeyensis y debe unirse a éste. Por lo tanto, la descripción de Q. copeyensis ha sido enmendada ligeramente para incluir esta forma de hoja obtusa con hojas más grandes (de 13 cm. de largo y 6 cm. de ancho) y con más venas (15 a cada lado). Aparentemente las hojas son siempre verdes.

El roble copey está limitado al bosque nublado o templado húmedo de las montañas altas (a elevaciones de 7,000 á 10,000 pies) desde la parte central de Costa Rica, al sudeste a lo largo de la Divisoria Continental (Cordillera de Talamanca) hasta el oeste de Panamá. Aquí en un área de bosques vírgenes calculado en cerca de 750 millas cuadradas esta especie forma un rodal casi puro. El árbol más grande tiene 120 pies de alto y 8 pies de diámetro.

## Résumé

Le Quercus copeyensis C. H. Muller à Costa Rica: Une forêt assez grande de "roble copey" (Quercus copeyensis C. H. Muller), "probablement l'arbre le plus grand du monde" fut découverte en 1943, à Costa Rica, par l'excursion scientifique du Service Forestier des Etats Unis. L'arbre nommé comme une essence nouvelle un an avant la découverte de cette forêt fut recolté pour la première fois il y a cent ans, par le botaniste danois Oersted. Il avait eu longtemps confusion entre cette espèce et Quercus costaricensis Liebm. et en 1924 elle fut differenciée comme une forme (f. kuntzei Trel.) de cette essence.

Les échantillons additionelles du Service Forestier montrent que la feuille obtuse de la forme de Costa Rica de Q. aaata est en relation avec Q. copeyensis et y doit être unis. De la même façon la description de Quercus copeyensis est légèrement corrigée pour comprendre cette forme à feuilles obtuses et plus grandes (13 cm. de long et 6 cm. de large). avec plus de veines (jusqu'à 15, à chaque côté de la veine centrale). Les feuilles semblent être sempervirentes.

L'aire de distribution de Quercus copeyensis semble être limitée à la forêt altitudinale (nuageuse) ou temperée humide des hauteurs (altitude entre 7,000 et 10,000 pieds) du centre de Costa Rica au sud-est le long de la "Cordillera de Talamanca" jusqu'au Panama occidental. Ici, dans une région forestière vierge, d'environs 750 milles carrées cette essence forme des peuplements purs. Les arbres les plus grands mesurent 120 pieds de hauteur et 8 pieds de diamètre.


— o O o —

## ERRATA

English

In the April issue of this journal (Vol. 9, no. 2, 1948), on page 142 line 20 it should read: Nevertheless, it is believed that artificial regeneration will never become "painless".

Español

En el número de abril de esta revista (Vol. 9 núm. 2, 1948) en la página 206, línea 13 debe decir como sigue: No obstente, se cree que la regeneración artificial nunca dejará de ser "penosa".

## PUBLICACIONES RECIBIDAS RECIENTEMENTE SOBRE CONSERVACION DE SUELOS

Hemos recibido últimamente varias publicaciones sobre conservación de suelo, algunas de ellas traducciones del inglés, que consideramos de interés para nuestros lectores, dada la trascendencia del tópico;

1. H. S. Person - "Las Pequeñas Fuentes Fluviales, su Utilidad y sus Relaciones con el Suelo". Traducida y publicada por la Oficina Central de Traducciones de la Secretaría de Estado de los Estados Unidos.- Publicación TC-244, Washington, D.C.- No deben olvidarse los pequeños ríos que constituyen el origen de los grandes. Hay que hacer buen uso de las pequeñas corrientes y normalizarlas para poder regularizar y utilizar plenamente las de gran magnitud.

2. E. H. Graham - "Uso Racional del Suelo". Traducido del inglés por Manuel Elgueta. Editorial Nascimento, Santiago de Chile, 1947. El título de esta obra no necesita comentarios, se trata de estimular la mayor consideración de los principios naturales en el cultivo de la tierra.

3. W. Vogt. - "El Hombre y la Tierra." Estados Unidos de Venezuela, Ministerio de Agricultura y Cría, Dirección Forestal. 1948. El porvenir de una nación está en el uso que le dé a su tierra.

4. "Manual de Conservación de Suelos". La obra, inédita en inglés fué compilada por el Servicio de Conservación de Suelos, Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos, traducida y publicada como parte del programa del Comité Interdepartamental de Cooperación Científica y Cultural. Publicación TC-243. Puede obtenerse a través de la Oficina Central de Traducciones, Secretaría de Estado de los Estados Unidos, Wáshington, D.C.

5. K. B. Mickey. "El Hombre y el Suelo". Una breve introducción al estudio de la conservación del suelo. Traducido y publicado por; International Harvester Company Argentina, Buenos Aires 1946.

6. R. Maclagan Gorrie. "Social and Water Conservation in the Punjab". Punjab 1946. Trata sobre el embosquecimiento de áreas de captación y el control de la erosión y la pérdida de la fertilidad del suelo. Da énfasis a la conservación del agua como un paso esencial en el uso pleno y sabio de la tierra.

# THE AMAZON HYLEA, SOME NOTES ON ITS DEVELOPMENT

Eugene F. Horn
Sao Paulo, Brazil

The recent creation of the International Institute for the Amazon Hylea has focused the attention of the scientific world on an area of some 2,900,000 square miles in northern South America called the Amazon Hylea by Humboldt and Bonpland. In it is included the immense forested area drained by the Amazon River and its tributaries; the forested area drained by the southern tributaries of the Orinoco; the Guianas (British, Dutch, and French); the coastal region of the State of Para; the lower valley of the Tocantins River; and the northwestern part of the State of Maranhao.

The immensity of this area can be appreciated when it is realized that it embraces a territory equal to continental United States excluding California. The Brazilian part of the Amazon Hylea comprises about 40 percent of the entire country.

At the UNESCO Conference in Paris in November, 1946 the Brazilian delegation introduced a resolution recommending that an international conference be called to create the International Institute for the Amazon Hylea to which the following countries were invited to send delegates; Bolivia, Brazil, Columbia, Ecuador, France, Great Britain, Holland, Peru, the United States, and Venezuela. This resolution called the attention of the assembly to the scientific, economic, and social importance of this vast region and pointed out the urgent necessity for meteorological, geological, chemical, botanical, zoological, anthropological, and medical investigations in order to determine the best methods for the development of the immense natural resources of the region. This resolution was approved unanimously, and the conference was held in Belem, Para, Brazil, in August, 1947. The Hylean Amazon Project was finally approved at the UNESCO Conference in Mexico City in November, 1947.

Although the forests of the Amazon Hylea are unrivaled in extent and variety, the number of arborescent species is thought to be much smaller than previously estimated. The late Dr. J. Huber calculated the number of arborescent species in the Brazilian part of the Hylea at 2,500, of which 1,500 were indigenous to the State of Para. Later studies made by Dr. Adolfo Ducke, the Hylea's leading botanist, indicate that the woody plants in the State of Para do not exceed 600 species. The composition of these vast forests is as varied as their size, and they contain woods suitable for every commercial and industrial purpose imaginable. Besides yielding woods possessing a wide range in physical and mechanical properties, and therefore of widely diversified utility, they also produce rubber, balata, dyes, tannins, resins, gums, waxes, tonka beans, vanilla beans, guarana, Brazil nuts, paradise cream nuts, vegetable ivory nuts, uacima and other

fibers, rotenone, vegetable oils, essential oils, ipecac and other medicinal plants. Furthermore, there is probably no region in the world, with the probable exception of southeastern Asia and the East Indies, where plant life is as exuberant and dominant. Members of a plant association temporarily in eclipse instantly establish themselves when given the least opportunity. No clearing or other opening can be made in the forest without the invasion of a completely altered flora within a few months.

Up to the present no survey has been made of the vast resources contained in the forests of the Amazon Hylea. Needless to say, one is urgently needed. Such an inventory would necessarily include the botanical classification of all trees, shrubs, and herbaceous plants.

Tests should be made to determine the physical and mechanical properties of the most promising woods. Field surveys would be necessary to determine the quantity and accessibility of promising local species. In many cases, a chemical examination should be made of the roots, bark, wood, leaves, flowers, and/or fruits of certain plants to determine if they contain products of value. A thorough scientific investigation of this enormous flora would no doubt reveal many new products which would find application in modern industry and medicine. Certain Indian tribes of the upper Amazon region have long used an arrow poison called "curare" made from the roots, bark, leaves, and fruits of certain plants, chiefly woody creepers of the Menispermaceae and Loganiaceae families. Quite recently it was discovered that weak injections of "curare" relax muscles and reduce the amount of any general anesthetic required in an operation.

While the forests of the Amazon Hylea contain hardwoods of rare value they are more noted for the large number of species found growing on limited areas, only a few of which are merchantable. The removal of the merchantable species therefore presents difficult and costly logging problems. Indeed, it frequently costs more to remove a few scattered trees than they are worth. Lumber manufacturing costs are also increased by the difficulty and inconvenience of sawing and handling so many different kinds of timber, and so are the costs of seasoning, classifying, storing and distributing the finished product. If all species on a given area were merchantable, many of the obstacles to the development of these forests would be eliminated. Perhaps the solution of this baffling problem lies in the simultaneous exploitation of all forest products on a given area. The combination of sawmills, veneer mills, wood-using factories, pulp mills, and wood distillation plants which will utilize all species on a given tract may perhaps be the solution. A new chemical process now being perfected in the United States may also aid in the solution of this problem. Woods of inferior quality are impregnated with urea and dimethylourea to form a synthetic resin within the wood which not only increases the strength, density, hardness, and other mechanical and physical properties of the wood but transforms it into a new material - "transmuted wood." Wood treated by this process can be colored as desired.

Many other factors have retarded the development of the forest resources of this vast region such as adverse climatic and topographic

conditions, the inaccessibility of the timber and the lack of adequate transportation facilities in certain areas, and the high cost of logging and lumber manufacture due to primitive methods employed.

Adverse climatic conditions have greatly hindered the development of the forest resources of the Amazon Hylea. During the construction of the famous Madeira-Mamore Railroad it was found to be more economical to import jarrah crossties from Australia than to utilize Brazilian timbers adjacent to the right-of-way. Foreign laborers brought in by the construction company died by the thousands of yellow fever, malaria fever, dysentery, beri-beri, and other tropical diseases. Mere courage and physical strength are not sufficient requirements for success in tropical enterprises. Any tropical enterprise is doomed to failure from the very beginning unless proper sanitary measures are taken beforehand.

The topography of certain regions is not favorable for the economical exploitation of the forest resources. Logging is extremely difficult, if not economically impossible, in certain swampy areas of the islands of the Amazon estuary as well as certain mountainous areas in eastern Peru and Ecuador and southeastern Columbia.

The inaccessibility of the timber in certain regions and the lack of adequate transportation facilities in other regions have also retarded development. Many stands of fine timber are situated in inaccessible regions or in regions so far from the coast or navigable rivers as to render their exploitation unprofitable. For example, there are fine stands of walnut (Juglans sp.) in certain mountainous areas in eastern Peru and Ecuador which cannot be economically logged. Likewise, fine stands of mahogany, Swietenia macrophylla, situated above the rapids and waterfalls in the Tocantins Valley in the State of Para cannot be logged on account of their inaccessibility. There is only 427 miles of railroad in the Brazilian part of the Hylea. A few railroads penetrate only short distances into the Hylea from the western border in Bolivia, Peru and Ecuador. Until railroads and/or roads are built no large scale development is possible in many regions.

Modern logging and sawmill technics and machinery are not employed to any extent in the Amazon Hylea. Manual logging methods are employed almost exclusively. Timber is extracted in the same manner as it was by Portuguese traders 400 years ago. The trees are felled and cut into logs by axe, after which the logs are rolled by hand to the river banks. Extensive roads or skidways are opened through the forests and stringers and rolls are used to facilitate the removal of the logs to the river banks. Needless to say, this system of logging is very laborious and cannot compete in cost with modern logging methods in which track-type tractors and trucks are employed. Frequently, only one or two species are logged at one time. "Cedro vermelho," Cedrela odorata, and "freijo," Cordia goeldiana, have been removed as far as five kilometers from the river banks by this primitive method of logging. The practice of selective logging is highly detrimental to the composition of tropical forests since the more valuable species are often so completely utilized that they are

unable to reproduce themselves. Such degraded forests already exist in some of the more accessible regions in the State of Para. "Cedro vermelho" and "freijo" are no longer encountered in vast areas where they were formerly very plentiful.

With the exception of two mills, the sawmills of the Amazon Hylea cannot be considered modern, either in equipment or methods. Much of the machinery is not set up in the proper sequence for economical operation. Lumber is transfered from one machine to another by hand labor. The use of such modern labor-saving devices as live rolls, transfer tables, lumber conveyors, or even dead rolls, is almost unknown.

Any plan for the development of agriculture in the Amazon Hylea will have to consider the problem of soil deterioration. Soil deterioration is much more rapid in a tropical than in a temperate climate. Ploughing and cultivation in regions of heavy rainfall and a warm moist climate will lead to rapid leaching and decomposition of essential soil elements. Until some system of crop rotation is devised that will minimize leaching and decomposition, the "clear and burn" system, so common throughout the tropics, will continue to be employed. Under this system depleted land is allowed to revert to jungle after a short period of cropping in order to replenish the necessary soil elements. Under this system of "clear and burn" or shifting agriculture, a cultivated area is abandoned after the invasion of grasses and weeds or because of soil deterioration. Following abandonment such areas soon revert to forest through the invasion of arborescent species whose seeds are adapted to wind dispersal. Many of these species have no commercial value and are therefore considered weed-trees by the tropical forester. The writer believes that the best method of maintaining soil fertility in this vast Hylea is to rotate agricultural crops with forest crops. In Trinidad and other tropical countries foresters have demonstrated that the intercultivation with agricultural crops is the most practical as well as the most economical method for establishing forest plantations.

Forests are the prime source of cellulose and lignin because, of all forms of plant life, some species of trees and bamboo are the most efficient converters of water and air into cellulose and lignin by solar energy. A good stand of spruce in Canada requires about 80 years to produce 18 tons of pulp as compared to southern yellow pine which will yield the same amount in 20 to 28 years, while the yield of cellulose in tropical forests is perhaps three or four times that of the best pine forests of our Southern States owing to the exceedingly favorable conditions of climate and soil as well as the length of the growing season. Some species of bamboo will produce greater yields of pulp per acre after 6 years growth than southern yellow pine will produce in 25 years. Furthermore, bamboo will produce such yields annually. Cellulose, lignin, and plastics will probably be the inevitable successors of metals, which eventually will become scarce. Wood and its newer syntheses are already substituting metal for a number of uses where they would have been unheard of a few years ago. We have already produced compressed paper-plastic wing tips for airplanes which are stronger and

lighter than aluminum. Hardwood timber contains all of the elements present in coal by-products, and chemical research will eventually unlock this great reservoir of wealth.

The cultivation of Brazil nuts, paradise cream nuts, and tonka beans offers interesting possibilities for development. The Brazil nut tree, Bertholetia excelsa, commences to bear in 8 or 10 years, while the paradise cream nut, Lecythis paraensis, and the tonka bean, Coumarouna odorata, commence to bear at 4 years under plantation management. Overproduction of these products appears to be a long way off and no doubt consumption of these and other products will increase as the cost of production is reduced under plantation management.

The various governments, National, State or Provincial, and Local, can aid in the development of the natural resources of the Amazon Hylea in many ways. Sanitation and public health, immigration and colonization, and education should be the chief concerns of these governments. The renewal of all restrictions and obstacles to local and foreign trade such as exchange controls, import licences and quotas, and export licences and controls, is absolutely necessary. Conditions should be made more attractive for the application of foreign capital in certain countries. The reduction of import duties on certain articles, especially machinery and transportation equipment, and the establishment of a more equitable system of taxation are necessary measures if any large-scale development work is planned. Finally, the artificial valorization of any product should not be attempted.

Man is actually a minor factor in the great Hylea, as always. With a population density of 1.5 inhabitants per square mile it is clearly evident that no large-scale development can take place without immigration. While there is an opportunity for a limited number of European mechanics and technicians, the Amazon Hylea is not a promising field for unskilled immigrants from this source. The writer believes that the best solution for this problem lies in the admission of selected Oriental immigrants. Although unrestricted immigration from Asiatic countries is not recommended, an experiment could be made by admitting a certain number of Hindu immigrants skilled in the production of jute fiber as well as rubber plantation workers from the Far East.

There is no doubt that the stabilization of rubber at a price greatly in excess of the world's market price is retarding the economic development of the countries who are applying this scheme. By stabilizing the price of rubber at its war-inflated value until 1950, the Brazilian part of the Amazon Hylea will expend its efforts in the production of a commodity for which there is not a sufficient demand, thus realizing a double economic loss, first, by producing something which is not needed, and second, by not utilizing land, labor, and capital in producing something which is needed.

Contrary to popular belief, the Amazon Hylea is not "a land of opportunity" or "a land of untold riches." Rather, it is a land of

baffling unsolved problems. In many places the riches are there and so are the opportunities. But they are opportunities for exploitation and development by large scale coordinated and scientifically guided effort rather than for the individual settler. We now know that no man or small group of men with inferior equipment can hope to develop the Amazon Hylea or any part of it. We also know that the natural difficulties are not invincible in character since all of them have been dominated in other tropical regions. They are truly unique in magnitude, but this indicates that the conquest should only be attempted by organizations whose resources in capital, men, equipment, materials, and technical skill are greatly superior to the resources heretofore employed in enterprises of this nature. It is a gigantic problem greatly beyond the imagination of an ordinary man. Perhaps, it is an effort whose magnitude only the 20th century, of all centuries of human development, can understand. Or perhaps, the resources of the 20th century in men, intelligence, and materials will not be sufficient for this gigantic undertaking.

The time is near at hand when the most progressive races of mankind will be driven by dire necessity to the virgin fields of endeavor in the tropics. The solution of the problems related to the exploitation and development of the forest resources of the Amazon Hylea as well as the production and distribution of the products resulting therefrom affords an unusual opportunity for the employment of capital and technology. Tropical sanitation, air conditioning, refrigeration, insect control, weed eradication with chemicals, and the application of the latest technical and mechanical knowledge and methods will all play an important part in the development of this vast economic empire in tropical America. The riches of the Amazon Hylea will ultimately belong to those who skillfully apply the multiple resources of human knowledge to their development.

(Traducción del artículo anterior)

LA HILEA AMAZONICA, ALGUNAS ANOTACIONES SOBRE SU DESARROLLO

La reciente creación del Instituto Internacional de la Hilea Amazónica ha enfocado la atención del mundo científico hacia un área de unos 2,900,000 millas cuadradas, situada en la parte norte de la América del Sur y a la cual Humboldt y Bonpland llamaron la Hilea Amazónica. Ella incluye la extensa superficie forestada bañada por el río Amazonas y sus tributarios; el área forestada bañada por los tributarios sureños del Orinoco; las Guayanas (Británica, Holandesa y Francesa); la región costanera del estado de Pará; el valle inferior del río Tocantins y la parte noroeste del estado de Maranhao. La inmensa extensión de este área puede apreciarse si tomamos en cuenta que cubre un territorio igual en superficie a la parte continental de los EE.UU. excluyendo a California. La parte brasilera de la Hilea Amazónica comprende cerca del 40 por ciento de la superficie de ese país.

En noviembre de 1946, en la conferencia de la UNESCO celebrada en París la delegación del Brasil presentó una resolución recomendando que se

celebrase una conferencia internacional para crear el Instituto Internacional de la Hilea Amazónica, al cual se invitaba a las siguientes naciones para que enviasen delegados: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Francia, Gran Bretaña, Holanda, Perú, los Estados Unidos y Venezuela. Esta resolución le hizo hincapié a la asamblea sobre la importancia científica, económica y social de esta vasta región y señaló la urgente necesidad de llevar a cabo investigaciones meteorológicas, geológicas, químicas, botánicas, zoológicas, antropológicas y médicas para determinar los mejores métodos para el desarrollo de los inmensos recursos naturales de la región. Esta resolución fué aprobada unánimemente y la conferencia se celebró en Belem, Pará, Brasil, en agosto de 1947. El Proyecto de la Hilea Amazónica fué finalmente aprobado en la conferencia de la Unesco, celebrada en Ciudad de México en 1947.

Aunque los bosques de la Hilea Amazónica no tienen rival en cuanto a extensión y variedad, se cree que el número de especies arbóreas presentes es mucho menor de lo que se había calculado anteriormente. El extinto Dr. J. Huber calculó el número de especies arbóreas en la parte brasilera de la Hilea en unas 2,500 de las cuales 1,500 eran indígenas del estado de Pará. Los estudios posteriores efectuados por el Dr. Adolfo Ducke, el más sobresaliente botánico especializado en la Hilea, indican que las plantas leñosas del estado de Pará no pasan de 600 especies. La composición de estos vastos bosques es tan variada como su tamaño y contienen maderas adecuadas para todos los usos comerciales e industriales imaginables. Además de suplir maderas de un amplio margen de propiedades físicas y mecánicas y por lo tanto de una utilidad ampliamente diversificada, también producen caucho, balata, tintes, substancias tánicas, resinas, gomas, ceras, sarapia, vainilla, guarana, nuez del Brasil, marfil vegetal, uacima y otras fibras, rotenona, aceites vegetales, aceites esenciales, ipecacuahna y otras plantas medicinales. Además, no existe probablemente ninguna región en el mundo, con la probable excepción del sudeste de Asia y las Indias Orientales, donde la vida vegetal sea tan exuberante y dominante. Los miembros de una asociación vegetal temporeramente en eclipse, instantáneamente se vuelven a establecer cuando se les dá una oportunidad. No puede ocasionarse en el bosque ningún claro o cualquier otra abertura que no sea invadida en pocos meses por una flora completamente alterada.

Hasta el presente no se ha hecho ningún reconocimiento de los vastos recursos que se encuentran en los bosques de la Hilea amazónica. Está por demás decir que se necesita uno urgentemente. Un inventario de esa naturaleza incluiría necesariamente la clasificación botánica de todos los árboles, arbustos y herbáceas.

Deben efectuarse ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de las maderas más prometedoras. Sería necesario efectuar reconocimientos de campo para determinar la cantidad y accesibilidad de las especies prometedoras locales. En muchos casos debe hacerse un examen químico de las raíces, corteza, madera, hojas, flores y frutos de ciertas plantas para determinar si contienen productos de valor. Una investigación científica completa de esta enorme flora revelará sin duda muchos productos nuevos que encontrarían utilización en la industria y en la medicina modernas. Ciertas tribus de indios de la parte superior

del Amazonas han usado por mucho tiempo en sus flechas un veneno llamado "curare" que se extrae de las raíces, corteza, hojas y frutos de ciertas plantas, principalmente leñosas trepadoras de las familias menispermáceas y loganiáceas. Muy recientemente se descubrió que las inyecciones simples de curarse aflojan los músculos y reducen la cantidad de cualquier anestésico general requerida en una operación.

Aunque los bosques de la hilea amazónica contienen maderas duras de insospechable valor, son más notables por su gran número de especies que se encuentra creciendo en áreas limitadas, de las cuales muy pocas son comerciables. Por lo tanto, la extracción de las especies comerciables presenta problemas de aprovechamiento difíciles y costosos. Desde luego, la extracción de unos pocos árboles dispersos cuesta frecuentemente más de lo que valen. Los costos de manufactura de madera aumentan también debido a las dificultades e inconvenientes en el aserrado y manipulación de tales tipos distintos de madera y lo mismo pasa con los costos de secamiento, clasificación, almacenaje y distribución del producto acabado. Si todas las especies en un área dada fuesen maderables muchos de los obstáculos en el desarrollo de estos bosques estarían eliminados. Quizás la solución de este problema desconcertante sea la explotación simultánea de todos los productos forestales en un área dada. Quizás estribe la solución en la combinación de aserraderos, plantas de enchapado, fábrica de utilización de madera, plantas de pulpa y plantas de destilación de madera que utilizan todas las especies en un predio dado. Un nuevo proceso químico que están perfeccionando en los Estados Unidos puede que ayude también a solucionar este problema. Las maderas de inferior calidad se impregnan con urea y dimetilurea para formar una resina sintética dentro de la madera que no sólo le aumenta la fuerza, la densidad, la dureza y otras propiedades físicas y mécanicas sino que la transforma en un nuevo material; "madera transmutada." La madera tratada por este proceso puede dársele el color que se desee.

Muchos otros factores han retardado el desarrollo de los recursos forestales de esta vasta región, tales como las condiciones climáticas y topográficas adversas, la inaccesibilidad de la madera, la falta de facilidades adecuadas de transportación en ciertas áreas y el costo elevado de la corta, acarreo y la transformación de la madera en productos comerciales, debido a los métodos primitivos que se emplean.

Las condiciones climáticas adversas han obstaculizado grandemente el desarrollo de los recursos forestales de la hilea amazónica. Durante la construcción de la famosa carretera Madeira-Mamore se encontró que era más económico importar traviesas de "jarrah" de Australia que usar las maderas brasileras adjacentes a la servidumbre de paso. Los trabajadores extranjeros que trajo la compañía de construcción para trabajar morían por miles de fiebre amarilla, malaria, disentería, beri-beri y otras enfermedades tropicales. Mero valor y fuerza física no son requisitos suficientes para lograr éxito en las empresas en el trópico sino que están destinadas al fracaso desde el principio a menos que no se tomen de antemano las medidas sanitarias adecuadas.

La topografía de ciertas regiones no es favorable a la explotación económica de los recursos forestales. La corta y acarreo es extremadamente difícil si no es económicamente imposible en ciertas áreas pantanosas de las islas del estuario del Amazonas, así como en ciertas áreas montañosas en el este del Perú y Ecuador y en el sudeste de Colombia.

La inaccesibilidad de la madera en ciertas regiones y la falta de medios adecuados de transportación en otras regiones ha retardado también el aprovechamiento. Muchos rodales de madera excelente están situados en regiones inasequibles o en regiones tan apartadas de la costa o de los ríos navegables que su explotación no rinde beneficios. Por ejemplo, hay rodales excelentes de nogal, Juglans sp., en ciertas áreas montañosas del oriente de Perú y Ecuador que no pueden aprovecharse desde el punto de vista económico. De igual manera, rodales excelentes de caoba, Swietenia macrophylla, situados más arriba de los rabiones y cascadas, en el Valle Tocantins, en el estado de Pará, no pueden aprovecharse debido a su inaccesibilidad. Hay sólo 427 millas de ferrocarril en la parte brasileña de la hilea y sólo unos pocos trenes penetran por cortas distancias dentro de la hilea desde el límite oeste de Bolivia, Perú y Ecuador. Hasta que no haya ferrocarriles o carreteras no será posible efectuar el aprovechamiento en gran escala en muchas regiones.

Los métodos modernos de corta y acarreo y las técnicas de aserraderos y la maquinaria no se utilizan en la hilea amazónica, sino que se sirven casi exclusivamente de métodos manuales. La madera se extrae en la misma forma que lo hacían los mercaderes portugueses hace 400 años. Se apean los árboles y se cortan en trozas con hacha y luego se ruedan a mano hasta el río. Para facilitar la transportación de las trozas hasta el río se han abierto carreteras o veredas a través de los bosques y se usan carriles de maderos y caminos de rodillos. Es casi innecesario añadir que este sistema de acarreo es muy laborioso y no puede competir en costo de operación con los métodos modernos que usan tractores y camiones. Frecuentemente, se cortan sólo una o dos especies al mismo tiempo. Cedro vermejo, Cedrela odorata, y freijo, Cordia goeldiana, han sido removidos hasta cinco kilómetros desde la orilla del río por este método primitivo de aprovechamiento. La práctica de cortas selectivas es altamente perjudicial a la composición de los bosques tropicales ya que las especies más valiosas son a menudo utilizadas tan completamente que se le hace imposible su repoblación futura. Ya existen bosques degradados debido a esas causas en algunas de las regiones más accesibles en el estado de Pará. El cedro vermelho y el freijo ya no se encuentran en áreas enormes donde antes abundaban.

Con excepción de dos aserraderos bajo administración americana, los aserraderos de la hilea amazónica no pueden considerarse modernos ni en equipo, ni en métodos. La mayor parte de las máquinas no ha sido colocada en la secuencia adecuada para un funcionamiento económico. La madera pasa de una máquina a otra por conducción manual. Son casi totalmente desconocidos tales diseños para economizar trabajo como lo son los rolos móviles, mesas giratorias, transportadores de madera, ni aún los rolos fijos.

Cualquier plan para el desarrollo agrícola en la hilea amazónica tiene que tomar en cuenta el problema del deterioro del suelo. Este es mucho más rápido en el clima tropical que en el templado. El arado y cultivo en regiones de elevada precipitación y de clima caliente y húmedo dá margen a lixiviación y descomposición de los elementos edáficos esenciales. Hasta que no se diseñe un sistema de rotación de cultivos con el cual sea mínima la lixiviación y descomposición continuará usándose el sistema de "corta y quema", tan común en trópico. Según ese sistema la tierra agotada se deja volver otra vez al estado selvático después de un corto período de cultivo, para reintegrarle los elementos edáficos necesarios. Bajo ese sistema de "corta y quema" o agricultura nomádica, debido al deterioro del suelo, el área bajo cultivo se abandona después de la invasión de gramíneas y bejucos. Después de abandonarlas esas tierras vuelven a cubrirse de bosques por medio de la invasión de especies arbóreas cuyas semillas están adaptadas a la dispersión anemófila. Muchas de estas especies no tienen valor comercial y por lo tanto el dasónomo tropical las considera como "árboles inferiores." El autor cree que el mejor método para conservar la fertilidad del suelo en esta vasta hilea es mediante la rotación o turno de cultivos agrícolas y forestales. En Trinidad y en otros países tropicales los dasónomos han demostrado que el intercultivo con cosechas agrícolas es el método más práctico así como el más económico para establecer plantaciones forestales.

Los bosques son la fuente principal de producción de celulosa y lignina porque entre todas las formas de vida vegetal los árboles y el bambú son los que más eficientemente convierten el aire y el agua en celulosa y lignina mediante la energía solar. Un buen rodal de abeto en el Canadá requiere cerca de 80 años para producir 18 toneladas de pulpa, comparado con el pino amarillo del sur que suple la misma cantidad entre 20 y 28 años; mientras que el rendimiento en celulosa de los bosques tropicales es quizás tres o cuatro veces mayor que la de los mejores bosques de pino de los Estados del Sur, debido a las condiciones excesivamente favorables del clima y el suelo, así como también la duración del período de crecimiento. Algunas especies de bambú producen mayores rendimientos de pulpa por acre después de 6 años de crecimiento, que el pino amarillo del sur después de 25 años. Además, el bambú produce tales rendimientos anualmente. La celulosa, la lignina y los plásticos serán inevitablemente los sucesores de los metales, que eventualmente llegarán a escasear. La madera y sus nuevos productos sintéticos derivados ya están substituyendo a los metales en innumerables usos, que pocos años atrás se hubiesen considerado inauditos. Ya hemos producido punteras de alas de aeroplano de plásticos obtenidos de papel comprimido, que son más fuertes y más livianos que el aluminio. Las maderas duras contienen todos los elementos presentes en los productos accesorios del alquitrán y la investigación química probablemente le abrirá las puertas de esta gran reserva de riqueza.

El cultivo de las nueces del paraíso y sarapia ofrecen interesantes posibilidades. El árbol de nuez del Brasil, Bertholetia excelsa, comienza a dar fruto de los 8 a los 10 años, mientras que el de nuez del paraíso, Lecythis paraensis, y la sarapia, Coumarouna odorata, comienzan a dar fruto a los 4 años bajo cultivo ordenado. La sobreproducción de estos productos parece estar a mil leguas y sin duda el consumo de éstos y

otros productos aumentará según vaya disminuyendo el costo de producción, al efectuar la ordenación de las plantaciones.

Los diversos gobiernos - nacional, estadual o provincial y local - pueden ayudar a desarrollar los recursos naturales de la hilea amazónica en muchas formas. La salubridad e higiene pública, inmigración y colonización y la educación deben ser los principales objetivos de estos gobiernos. Es absolutamente necesario quitar todas las restricciones y obstáculos al comercio local y extranjero tales como controles de intercambio, licencias y cuotas de importación y licencias y controles. En ciertos países deben hacerse más atractivas las condiciones para que el capital extranjero haga inversiones. La reducción de los derechos de importación de ciertos artículos, especialmente maquinaria y equipo de transportación y el establecimiento de un sistema de impuestos más equitativo son medidas necesarias si se planea un trabajo de desarrollo industrial en gran escala. Finalmente no debe tratar de hacerse la valorización artificial de ningún artículo.

El hombre es realmente un factor de menor importancia en la gran hilea. Con una densidad de población de 1.5 habitantes por milla cuadrada es claramente evidente que no puede efectuarse un desarrollo en gran escala sin inmigración. Aunque existe una buena oportunidad para un número limitado de mecánicos y técnicos europeos, sin embargo la hilea amazónica no es un campo de promisión para inmigrantes inexpertos de ese continente. El autor cree que la mejor solución para este problema reside en la admisión de inmigrantes orientales seleccionados. Aunque no se recomienda la inmigración sin restricciones de países asiáticos puede hacerse un experimento admitiendo cierto número de inmigrantes hindúes expertos en la producción de fibra de yute, así como trabajadores de plantaciones de caucho del Lejano Oriente.

Sin duda la estabilización del caucho en un precio excesivamente más alto que el precio del mercado mundial está retardando el desarrollo económico de los países que están aplicando ese plan. Estabilizando el precio del caucho hasta 1950 en ese valor acrecentado por la guerra, la parte brasilera de la hilea amazónica utilizará sus esfuerzos en la producción de una comodidad por la cual no hay suficiente demanda, logrando así una doble pérdida económica: en primer lugar porque produce algo que no se necesita y en segundo lugar porque no utiliza la tierra, el trabajo y el capital en la producción de alguna otra cosa que se necesite.

Contrario a la creencia popular la hilea amazónica no es una "tierra de promisión" ni una "tierra de riquezas incalculables." Diríamos mejor que es una tierra de problemas desconcertantes sin resolver. En muchos sitios las riquezas están allí y así también las oportunidades. Pero son oportunidades de explotación y desarrollo en gran escala para el esfuerzo de empresas coordinadas y científicamente guiadas y no para el colonizador individual. Sabemos que ningún hombre solo, ni un grupo pequeño de hombres con equipo inferior puede tener esperanzas de desarrollar la hilea amazónica, o cualquier parte de ella. También sabemos que las dificultades naturales no son invencibles ya que todas ellas han sido dominadas en otras regiones tropicales. Son realmente únicas en magnitud pero esto lo que indica es

que su conquista deben emprenderla solamente organizaciones cuyos recursos en capital, hombres, equipo, materiales y habilidad técnica sea mucho más superior que los recursos que se han empleado hasta la fecha en empresas de esta naturaleza. Es un problema titánico que va mucho más allá de la imaginación del hombre común. Quizás es un esfuerzo cuya magnitud sólo el siglo 20, entre todos los siglos, puede entender. Quizás los recursos que tiene el siglo 20 en hombres, inteligencia y materiales no sea suficiente para esa empresa.

No está lejos el tiempo en que las razas más progresistas de la humanidad se vean impulsadas por deplorable necesidad hacia los campos de acción vírgenes de los trópicos. La solución de los problemas relacionados con la explotación y desarrollo de los recursos forestales de la hilea amazónica así como la producción y distribución de los productos provenientes de allí, aporta una oportunidad excepcional para el empleo de capital y tecnología. La sanidad tropical, acondicionamiento de aire, refrigeración, combate de insectos, erradicación de malas yerbas con reactivos químicos y la aplicación de los últimos conocimientos y métodos técnicos y mecánicos jugarán todos un importante papel en el desarrollo de este vasto imperio en la América tropical. Las riquezas de la hilea amazónica pertenecerán en última instancia a aquellos que expertamente apliquen en su desarrollo los múltiples recursos del conocimiento humano.

## Résumé

L'Hylea de l'Amazone, notes sur son dévéloppement: L'hylea comprend environs 2,900,000 milles carrées d'extension au nord de l'Amérique du Sud. Cette surface boisée contient seulement 600 essences différentes (d'après Ducke) mais elle est la plus grande et variée du monde. La composition est si héterogène que tous les usages imaginables du bois peuvent se faire avec les arbres que s'y trouvent. Jusqu'au present aucune étude détaillée avait été faite dans l'hylea. Il faut faire les essais sur l'utilization des terrains sans détérioration du sol, les essais sur les proprietés physiques et mecaniques des bois, les recherches sur la quantité et accès des essences plus utilisables, et l'amélioration des scieries éxistantes et du système de transportation des billes de bois. Le dévéloppement des multiples réssources de la région ne doit être entrepris que par des organizations avec ressources en capital, ouvriers, techniciens et outillage nécessaire.

# FIVE YEARS OF FOREST RESEARCH ON THE NORTH COAST OF PUERTO RICO

Frank H. Wadsworth, Silviculturist
Tropical Forest Experiment Station
Puerto Rico

Five years ago the Cambalache Experimental Forest[1] was established as a cooperative project of the Puerto Rico Land Authority and the Forest Service of the U. S. Department of Agriculture. The objective was to further knowledge of techniques of improvement and management of the forests of the dry limestone region of the north coast.

Previous articles[2] have adequately described the area and the nature of the work in progress. Now, at the end of the fifth year, it seems time to appraise results to date and to consider the future.

Findings are a result of research in forest management, and of the administration of the area. They are briefly stated here.

## Forest Management

Specific experiments were confined to this field. They concern silvics, or forest ecology and silviculture, regeneration; and mensuration. A total of 138 studies has been undertaken, and 58 are in progress at the present time.

### Silvics

The forest receives an average annual rainfall of 53.94 inches, and is therefore typical of the dry portion of the north coast. The most extreme drought recorded is a two month period with only 1.15 inches of rainfall. Monthly distribution of precipitation, based on 3 years of record, is shown in the following table.

| Month | Precipitation Inches | Month | Precipitation Inches |
|---|---|---|---|
| January | 5.81 | July | 3.96 |
| February | 2.43 | August | 3.99 |
| March | 1.22 | September | 3.58 |
| April | 2.64 | October | 9.54 |
| May | 6.14 | November | 3.52 |
| June | 3.83 | December | 7.28 |

1/ An area of 616 acres in Barrio Garrochales of Arecibo Municipality.
2/ Caribbean Forester, Oct. 1944, 6:2:34-44; Jan. 1947, 8:1:65-76; July 1947, 8:3:203-212.

The character of the natural vegetation and results of planting experiments show that there are three distinct forest sites in the dry limestone region of the north coast. These are the exposed slopes and ridges, protected lower slopes, and the valleys between the hills. Differences in their capacity to produce forest are due to differences in the relationships between evaporation and soil moisture. The protected slopes provide the best site. The valley soils are generally so compacted by past use that moisture is deficient during dry weather. The forest of the exposed slopes and ridges is short and apparently never contained much sawtimber.

The forest contains about 80 arborescent species, of which 15 produce sawtimber, 50 posts and poles, and 15 fuelwood only. The forest is recovering from a period in which cutting was excessive. There are many species present which do not grow large and which are intolerant of shade. These are rapidly dying out as their neighbors overtop them.

Reforestation

Satisfactory methods for reforestation of the protected slopes have been found. No great difficulty is anticipated in the reforestation of exposed slopes, although growth will be slower. Efforts to reforest the valleys have not been very successful.

Reforestation of protected slopes appears to be progressing satisfactorily with péndula, Citharexylum fruticosum; roble, Tabebuia pallida; Dominican mahogany, Swietenia mahagoni; avelluelo, Colubrina ferruginosa and sabicú, Lysiloma latisiliqua. Other species tried, aroma, Vachellia farnesiana; aprín, Zizyphus jujuba; Triplaris americana, Ichthyomethia piscipula, and Acacia seyal, are not promising.

Reforestation of the open valley has failed with eucalyptus: Eucalyptus resinifera, E. propinqua, E. botryoides, and E. citriodora; guayacán, Guaiacum officinale; teca, Tectona grandis; bayahonda, Prosopis juliflora, P. inermis; and cojobana, Piptadenia peregrina. Species of some promise on this site are eucalyptus, Eucalyptus tereticornis; Dominican mahogany, Swietenia mahagoni; casuarina, Casuarina fraseriana, C. lepidophloeia; and mahoe, Hibiscus elatus. Reforestation of exposed slopes is promising with úcar, Bucida buceras; and Dominican mahogany, Swietenia mahagoni.

Forest Improvement

Experimental improvement cuttings in the natural forest show that much can be done to better the forest through the selective harvesting of posts and fuelwood from trees of poor form or inferior species. If no large openings in the canopy are created vine growth after cutting is prevented. The forest closes rapidly following cutting. Many species produce vigorous stump sprouts of good form. The yield of forest products from improvement cuttings is about 80 percent of the cost of the operation.

Improvement of the composition of the forest by underplanting is promising, at least on protected slopes. Species growing well include Dominican mahogany, Swietenia mahagoni; capá prieto, Cordia alliodora; Honduras mahogany, Swietenia macrophylla; guara, Cupania americana; cedro de Asia, Cedrela toona; mahoe, Hibiscus elatus; úcar, Bucida buceras; and tengué, Poeppigia procera.

Careful control of the shade over underplanted trees is necessary. They should always have an opening directly above them and side shade. Liberation during the wet season must be light, so that exposure will not be excessive during the dry season when many trees are leafless.

Tree Growth

A 35-acre growth plot has been established in a relatively undisturbed area. Over 6,000 trees, including almost all species of the forest, have been measured and permanently tagged for future remeasurement. The first remeasurement has not been made yet, so information is not yet available on tree growth.

## Forest Administration

Administration of the Cambalache Experimental Forest has in some respects been pioneering. Nowhere else in the island has such intensive management of forest been attempted on this scale in a region so heavily populated. Findings to date are as follows:

1. One forest guard can satisfactorily protect an area of 600 acres from trespass, despite wood scarcity elsewhere in the vicinity.

2. Free use of dead timber may be permitted in such an area without danger of uncontrolled cutting of living timber.

3. Nearly all living material which should be removed from the forest may be sold.

4. Supervision of cutting by timber purchasers is not difficult, once they have been shown what is wanted.

5. If a complete forest improvement treatment is required, involving the cutting of worthless trees and vines, best results are obtained by hired crews, working under the guard. The salable products are then piled and disposed of at a price covering stumpage and the cost of cutting.

One-hundred and ninety-five timber sales have been made during the past five years. Through these a total of 139 cords of fuelwood and 9,392 posts and poles have been harvested. Judging by the uncut area remaining, the rate of cutting could be stepped up at least 500 percent

without jeopardizing future yields. Receipts to date total $1,267.08, of which $1,197.00 have been reinvested in forest improvement and research. The policy of permitting free use of dead material has assisted more than 260 nearby families. During the five years 16,094 bundles of faggots, equivalent to 507 cords, were carried from the forest.

## Conclusions

Research has only begun in the Experimental Forest. Final results from many of the experiments will not be available for several years. Certain conclusions may be drawn, however, from investigations and experience in administration to date. The most important of these are as follows:

1. The Cambalache Experimental Forest is of tremendous value as a source of wood to a large local community.

2. The details of administration of such an area for the benefit of the local community have been worked out satisfactorily.

3. The first steps to be taken in the improvement of the forest are known.

4. Satisfactory methods of reforesting protected slopes have been determined.

5. Underplanting as a form of stand betterment shows promise on the best sites.

(Traducción del artículo anterior)

## CINCO AÑOS DE INVESTIGACION FORESTAL EN LA COSTA NORTE DE PUERTO RICO

Hace un lustro que se estableció el Bosque Experimental Cambalache[1/] como un proyecto cooperativo entre la Autoridad de Tierras de Puerto Rico y el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de EE.UU. El objetivo era adquirir mayores conocimientos sobre las técnicas de mejoramiento y ordenación de los bosques de la zona caliza seca en la costa norte de la isla.

En los artículos anteriores[2/] han sido descritos adecuadamente el área y la naturaleza del trabajo que se ha ido realizando. Ahora,

---

1/ Un área de 616 acres situada en el barrio Garrochales del municipio de Arecibo.

2/ Caribbean Forester, Oct. 1944, 6;1;34-44; Jan. 1947, 8;1;65-76; July 1947, 8;3;203-212.

al finalizar el primer lustro, parece que ha llegado el tiempo de recapitular los resultados obtenidos y considerar lo que ha de hacerse en el futuro.

Los hallazgos brotan de la investigación practicada en cuanto a la ordenación y administración forestal del área en cuestión. Esta es una breve exposición de esos hallazgos.

## Ordenación Forestal

Los experimentos específicos fueron confinados a este campo. Ellos incluyen ecología forestal y selvicultura, regeneración y mensura. Se han llevado a cabo un total de 138 estudios y se están llevando a cabo en el presente otros 58.

### Ecología Forestal

El bosque tiene una precipitación anual promedio de 53.94 pulgadas y por lo tanto es típico de la parte seca de la costa norte. La sequía más extrema que ha sido registrada es un período de dos meses en que sólo hubo una precipitación de 1.15 pulgadas. En la siguiente tabla aparece la distribución de la precipitación basada en tres años de registro.

| Mes | Precipitación Pulgadas | Mes | Precipitación Pulgadas |
|---|---|---|---|
| Enero | 5.81 | Julio | 3.96 |
| Febrero | 2.43 | Agosto | 3.99 |
| Marzo | 1.22 | Septiembre | 3.58 |
| Abril | 2.64 | Octubre | 9.54 |
| Mayo | 6.14 | Noviembre | 3.52 |
| Junio | 3.83 | Diciembre | 7.28 |

La índole de la vegetación natural y los resultados de los experimentos de plantación indican que hay tres tipos distintos de medios estacionales forestales en la zona caliza seca de la costa norte: laderas y cerros expuestos, laderas inferiores protegidas y los valles entre las colinas. Las diferencias en cuanto a su capacidad para producir bosque se deben a la relación entre la evaporación y la humedad del suelo. El mejor medio estacional lo constituyen las laderas protegidas. Los suelos del valle son por lo general tan compactos debido al uso en el pasado que la humedad es deficiente durante la sequía. El bosque en las laderas expuestas es bajo y aparentemente nunca tuvo mucha madera aserrable.

El bosque contiene cerca de 80 especies arbóreas de las cuales 15 producen madera aserrable, 50 producen postes y espeques y 15 producen sólo leña. El bosque está recuperando después de un perído en que la corta fué excesiva. Hay muchas especies en este bosque que nunca crecen mucho y que son intolerantes a la sombra. A estas especies las van eliminando sus vecinas que crecen más altas que ellas.

Reforestación

Se han encontrado los métodos satisfactorios para la reforestación de las laderas protegidas. No se anticipa ninguna dificultad en la reforestación de las laderas expuestas, aunque el crecimiento será más lento. Los esfuerzos que se han hecho por repoblar los valles no han tenido mucho éxito.

La reforestación de las laderas protegidas parece progresar satisfactoriamente con péndula, Citharexylum fruticosum; roble, Tabebuia pallida; caoba dominicana, Swietenia mahagoni; avelluelo, Colubrina ferruginosa y sabicú, Lysiloma latisiliqua. Otras especies que se han tratado y que no prometen son: aroma, Vachellia farnesiana; aprín, Zizyphus jujuba; Triplaris americana, Ichthyomethia piscipula y Acacia seyal.

La reforestación de los valles abiertos ha fracasado usando las siguientes especies: Eucalyptus resinifera, E. propinqua, E. botryoides, E. citriodora; guayacán, Guaiacum officinale; teca, Tectona grandis; bayahonda, Prosopis juliflora, P. inermis y cojóbana, Piptadenia peregrina. Especies algo prometedoras en este medio estacional son: Eucalyptus tereticornis; caoba dominicana, Swietenia mahagoni; casuarina, Casuarina fraseriana y C. lepidophloeia y mahoe Hibiscus elatus. La reforestación en laderas expuestas promete tener éxito con: úcar, Bucida buceras y caoba dominicana, Swietenia mahagoni.

Mejoramiento Forestal

Según lo indican las cortas experimentales de mejora en el bosque natural, es mucho lo que puede hacerse para mejorar el bosque por medio del aprovechamiento selectivo de postes y leña de los árboles de mala forma o de especies inferiores. El no dejar claros grandes en el dosel evita el crecimiento de bejucos después de la corta. Muchas especies producen vigorosos brotes de cepa, de buena forma. El rendimiento de los productos forestales por medio de las cortas de mejora es cerca del 80 por ciento del costo de las operaciones.

La mejora de la composición del bosque por medio de la subplantación promete, por lo menos en las laderas protegidas. Entre las especies que crecen bien en esa forma están caoba dominicana, Swietenia mahagoni; capá prieto, Cordia alliodora; caoba hondureña, Swietenia macrophylla; guara, Cupania americana; cedro de Asia, Cedrela toona; mahoe, Hibiscus elatus; úcar, Bucida buceras y tengué, Poeppigia procera.

Es necesario el control cuidadoso de la sombra existente sobre los árboles subplantados, los cuales deben tener siempre un claro directamente encima de ellos y sombra lateral. La liberación, que debe tener lugar en la época lluviosa, debe ser leve de manera que la exposición no sea excesiva durante la época seca cuando los árboles pierden la hoja.

## Crecimiento de los Arboles

Se ha establecido un cuartel de prueba de 35 acres en un área relativamente imperturbada. Se han medido y rotulado para ser medidos en el futuro más de 6,000 árboles, incluyendo casi todas las especies del bosque. La primera re-medición no se ha efectuado aún, por lo cual no hay información disponible sobre el crecimiento de los árboles.

## Administración Forestal

En algunos respectos la administración del Bosque Experimental Cambalache ha sido la primera promovida en su género. En ningún otro sitio de la isla se ha intentado hacer una ordenación tan intensiva del bosque en esta escala en una zona tan densamente poblada. Los hallazgos hasta la fecha son como sigue:

1. Un guarda forestal puede proteger satisfactoriamente contra la transgresión un área de 600 acres á pesar de la escasez de madera en la vecindad.

2. El uso gratis de la madera muerta puede permitirse en tal área sin peligro de que se efectúen cortas sin controlar de la madera viva.

3. Casi todo el material vivo que deba removerse del bosque puede venderse.

4. La supervisión de las cortas que hagan los compradores de madera no es difícil una vez que se les indique a ellos lo que se desea.

5. Si se requiere un tratamiento completo de mejora forestal que envuelva la corta de árboles sin valor y bejucos, se obtienen los mejores resultados contratando cuadrillas, que han de trabajar bajo las órdenes del guarda. Después los productos comerciables se apilan y se venden a un precio que incluya la tarifa más el costo de la corta.

Durante el último lustro se han efectuado 195 ventas de madera, cosechándose un total de 129 "cuerdas" de leña y 9,392 postes y espeques. A juzgar por el área que aún queda sin cortar, el compás en que se han de efectuar las cortas puede acelerarse por lo menos en un 500 por ciento sin riesgo para los rendimientos en el futuro. El dinero obtenido hasta la fecha monta a $1,267.08, de los cuales $1,197.00 se han invertido en mejora e investigación forestal. La política de permitir el uso gratuito del material muerto ha servido de ayuda a más de 250 familias de la vecindad. Durante los cinco años se sacaron del bosque 16,094 haces de leña equivalentes a 507 cuerdas de madera.

## Conclusiones

En el Bosque Experimental la investigación apenas comienza. Los resultados finales de muchos experimentos no habrán de obtenerse hasta pasados varios años. Sin embargo, pueden derivarse algunas conclusiones de las investigaciones y experiencias en la administración hasta la fecha. Las más importantes son las que siguen:

1. Para una gran comunidad local, el Bosque Experimental Cambalache es de un valor tremendo como fuente de madera.

2. Se han determinado satisfactoriamente los detalles de la administración de un área de tales condiciones para el beneficio de la comunidad local.

3. Se conocen los primeros pasos que hay que tomar para mejorar el bosque.

4. Se han determinado los métodos satisfactorios para reforestar laderas protegidas.

5. En los mejores sitios la subplantación ha mostrado ser prometedora como una forma de mejorar el rodal.

## Résumé

Dans la Forêt d'Essai Cambalache les recherches viennent à peine de commencer. Les résultats définitifs des nombreuses expériences éxigent plusieurs années d'études. Mais, les conclusions suivantes peuvent être dérivées des recherches faites jusqu'ici sur l'administration forestière:

1. Pour une communauté assez grande, cette forêt d'essai est d'une valeur incalculable comme source de bois pour l'emploi domestique.

2. On avait déterminé les détails principaux sur l'administration d'une région semblable ayant compte des besoins locaux.

3. Les premiers pas à suivre pour améliorer la forêt sont connus.

4. Les méthodes satisfactoires pour atteindre la régénération des pentes protegées ont été déterminées.

5. Dans les meilleurs endroits la sousplantation semble réussir pour améliorer les peuplements.

# THE CARIBBEAN FORESTER

El "Caribbean Forester", que se comenzó a publicar en julio de 1938 por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, es una revista trimestral gratuita dedicada a encauzar el mejor aprovechamiento de los recursos forestales de la región del Caribe. Su propósito es estrechar las relaciones que existen entre los científicos interesados en la Dasonomía y ciencias afines exponiéndoles los problemas confrontados, las políticas forestales vigentes, y el trabajo realizado hacia la culminación de ese objetivo técnico.

Se solicitan contribuciones de no más de 20 páginas escritas en maquinilla. Deben ser sometidas en el lenguaje vernáculo del autor, con el título o posición que éste ocupa. Es imprescindible también incluir un resumen corto del estudio efectuado. Los artículos deben dirigirse al "Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, P. R."

---

The Caribbean Forester, published since July 1938 by the Forest Service, U. S. Department of Agriculture, is a free quarterly journal devoted to the encouragement of improved management of the forest resources of the Caribbean region by keeping students of forestry and allied sciences in touch with the specific problems faced, the policies in effect, and the work being done toward this end throughout the region.

Contributions of not more than 20 typewritten pages in length are solicited. They should be submitted in the author's native tongue, and should include the author's title or position and a short summary. Papers should be sent to the Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico.

---

Le "Caribbean Forester", qui a été publié depuis Juillet 1938 par le Service Forestier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis, est un journal trimestrel de distribution gratuite dedié à l'encouragement du ménagement rationnel des forêts de la région caraïbe. Son but est entretenir des relations scientifiques de ceux qui s'intéressent aux Sciences Forestières, ses problèmes et systèmes mis à jour, avec les travaux faits pour réaliser cet objectif d'amélioration technique.

On sollicite des collaborations de pas plus de 20 pages écrites à machine. Elles doivent être écrites dans la langue maternelle de l'auteur en comprennant son titre ou position professionnel et un résumé de l'étude. Les articles doivent être adressés au "Director of Tropical Forestry, Tropical Forest Experiment Station, Rio Piedras, Puerto Rico".

UNITED STATES
ATLANTIC
OCEAN
GULF OF
MEXICO
BAHAMA
ISLANDS
MEXICO
CUBA
PUERTO
RICO
GUADELOUPE
DOMINICA
MARTINIQUE
STA. LUCIA
JAMAICA
HAITI
DOMINICAN
REPUBLIC
BRITISH
HONDURAS
CARIBBEAN SEA
HONDURAS
GUATEMALA
SALVADOR
NICARAGUA
TRINIDAD
PACIFIC
OCEAN
COSTA
RICA
PANAMA
VENEZUELA
BR.
GUIANA
COLOMBIA

U.S.F.S., W.O.-1944